TÜV RHEINLAND IMMISSIONSSCHUTZ
UND ENERGIESYSTEME GMBH

Akkreditiertes Prüfinstitut



DAP-PL-3856.99

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5

TÜV-Bericht: 936/21209919/A
Köln, 26.03.2010

www.umwelt-tuv.de



luft@de.tuv.com

Die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz für die Arbeitsgebiete:

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung

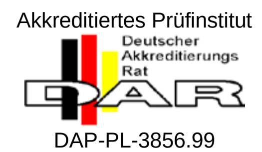
nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung ist gültig bis 31-01-2013. DAR-Registriernummer: DAP-PL-3856.99.

TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH
D - 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-2756, Fax: 0221 806-1349



Akkreditiertes Prüfinstitut



DAP-PL-3856.99

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5

Geprüftes Gerät: BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider

Hersteller: Met One Instruments, Inc.
1600 NW Washington Blvd.
Grants Pass, Oregon 97526
USA

Prüfzeitraum: Juli 2008 bis März 2010

Berichtsdatum: 26.03.2010

Berichtsnummer: 936/21209919/A

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Karsten Pletscher
Tel.: ++49 221 806-2592
karsten.pletscher@de.tuv.com

Berichtsumfang:

Bericht:		150	Seiten
Anhang	ab Seite	151	
Handbuch	ab Seite	180	
Handbuch	mit	105	Seiten
Gesamt		285	Seiten



Inhaltsverzeichnis

1 KURZFASSUNG UND BEKANNTGABEVORSCHLAG 13
1.1 Kurzfassung 13
1.2 Bekanntgabevorschlag 17
1.3 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse 18
2 AUFGABENSTELLUNG 24
2.1 Art der Prüfung 24
2.2 Zielsetzung 24
3 BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG 25
3.1 Messprinzip 25
3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung 26
3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung 28
4 PRÜFPROGRAMM 43
4.1 Allgemeines 43
4.2 Laborprüfung 43
4.3 Feldtest 44
5 REFERENZMESSVERFAHREN 55
6 PRÜFERGEBNISSE 56
6.1 4.1.1 Messwertanzeige 56
6.1 4.1.2 Wartungsfreundlichkeit 57
6.1 4.1.3 Funktionskontrolle 59
6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten 61
6.1 4.1.5 Bauart 63
6.1 4.1.6 Unbefugtes Verstellen 64
6.1 4.1.7 Messsignalausgang 65

6.1 4.2 Anforderungen an Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz 67
6.1 5.1 Allgemeines 68
6.1 5.2.1 Messbereich 69
6.1 5.2.2 Negative Messsignale 70
6.1 5.2.3 Analysenfunktion 71
6.1 5.2.4 Linearität 73
6.1 5.2.5 Nachweisgrenze 74
6.1 5.2.6 Einstellzeit 76
6.1 5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur 77
6.1 5.2.8 Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur 79
6.1 5.2.9 Nullpunktsdrift 81
6.1 5.2.10 Drift des Messwertes 86
6.1 5.2.11 Querempfindlichkeit 90
6.1 5.2.12 Reproduzierbarkeit 91
6.1 5.2.13 Stundenwerte 93
6.1 5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz 95
6.1 5.2.15 Stromausfall 97
6.1 5.2.16 Gerätefunktionen 98
6.1 5.2.17 Umschaltung 99
6.1 5.2.18 Verfügbarkeit 100
6.1 5.2.19 Konverterwirkungsgrad 102
6.1 5.2.20 Wartungsintervall 103
6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit 104
6.1 5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems 107
6.1 5.3.2 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme 108
6.1 5.3.3 Kalibrierung 109
6.1 5.3.4 Querempfindlichkeit 110



6.1 5.3.5 Tagesmittelwerte....113

6.1 5.3.6 Konstanz des Probenahmevolumenstroms....114

6.1 5.3.7 Dichtheit des Probenahmesystems....118

6.1 5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen....120

7 ERWEITERTE PRÜFKRITERIEN NACH LEITFADEN „DEMONSTRATION OF EQUIVALENCE OF AMBIENT AIR MONITORING METHODS“....121

7.1 Methodik der Äquivalenzprüfung....121

7.1 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} [9.5.2.1]....122

7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6]....129

7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7]....142

8 EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ....147

9 LITERATURVERZEICHNIS....149

10 ANLAGEN....150

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beschreibung der Messstellen 16
Tabelle 2: Gerätetechnische Daten BAM-1020 (Herstellerangaben) 42
Tabelle 3: Feldteststandorte 45
Tabelle 4: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, als Tagesmittelwerte 50
Tabelle 5: Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM2,5 51
Tabelle 6: Entfernte Wertepaare Referenz PM2,5 nach Grubbs 52
Tabelle 7: Eingesetzte Filtermaterialien 54
Tabelle 8: Ergebnisse der Kalibrier- und Analysenfunktion 72
Tabelle 9: Nachweisgrenze 75
Tabelle 10: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m³, Mittelwert aus drei Messungen 78
Tabelle 11: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (Radiometrie) von der Umgebungstemperatur SN 17010 / SN 17011, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen 80
Tabelle 12: Nullpunktdrift SN 17010, mit Nullfilter 82
Tabelle 13: Nullpunktdrift SN 17011, mit Nullfilter 83
Tabelle 14: Empfindlichkeitsdrift SN 17010 87
Tabelle 15: Empfindlichkeitsdrift SN 17011 88
Tabelle 16: Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld 92
Tabelle 17: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in % 96
Tabelle 18: Ermittlung der Verfügbarkeit (ohne prüfungsbedingte Ausfälle) 101
Tabelle 19: Ermittlung der Verfügbarkeit (inkl. prüfungsbedingte Ausfälle) 101
Tabelle 20: Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 17010 Bezugswert: 35 µg/m³ 105
Tabelle 21: Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 17011 Bezugswert: 35 µg/m³ 105
Tabelle 22: Erweiterte Messunsicherheit U ($\bar{c}$) für die Messeinrichtung SN 17010 Bezugswert: 25 µg/m³ 106
Tabelle 23: Erweiterte Messunsicherheit U ($\bar{c}$) für die Messeinrichtung SN 17011 Bezugswert: 25 µg/m³ 106
Tabelle 24: Abweichung zwischen Referenzmessung und Prüfling an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 % 111
Tabelle 25: Vergleich Testgerät 17010 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte 112
Tabelle 26: Vergleich Testgerät 17011 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte 112
Tabelle 27: Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate 114
Tabelle 28: Kenngrößen für die Durchflussmessung, SN 17010 115
Tabelle 29: Kenngrößen für die Durchflussmessung, SN 17011 116

Tabelle 30: Ermittlung der Leckrate 119
Tabelle 31: Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} für die Testgeräte SN 17010 und SN 17011 124
Tabelle 32: Übersicht Äquivalenzprüfung BAM-1020 für PM2,5 132
Tabelle 33: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref} 134
Tabelle 34: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 17010 & SN 17011, Rohdaten 134
Tabelle 35: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 17010 & SN 17011, nach Korrektur Achsabschnitt 146
Tabelle 36: Stabilität Eichgewicht 185
Tabelle 37: Stabilität der Kontrollfilter 187
Tabelle 38: Wägebedingungen und Wiegezeiten 188



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: BAM-1020 – Übersicht Probenahme- und Messteil....................................27
Abbildung 2: Überblick Gesamtsystem BAM-1020 (hier anstelle von PM2,5 SCC BX-807 mit PM2,5 VSCC BX-808 dargestellt(Konfiguration für US-EPA Zulassung)) 28
Abbildung 3: amerikanischer PM10-Probenahmekopf BX-802 für BAM-1020 29
Abbildung 4: Sharp Cut Cyclone SCC BX-807 für BAM-1020...30
Abbildung 5: Probenahmekopf BX-802 + SCC BX-807 30
Abbildung 6: Probenahmeheizung BX-830...31
Abbildung 7: Messgerät BAM-1020 32
Abbildung 8: Messgeräte BAM-1020 in Messstation (2 Prüflinge aus Eignungsprüfung + 1 Prüfling zu Versuchszwecken (Heizungskonfiguration))............32
Abbildung 9: Vakuumpumpe BX-127..33
Abbildung 10: Vorderansicht BAM-1020, Frontklappe geöffnet..33
Abbildung 11: Darstellung Display + Folientastatur des BAM-1020 34
Abbildung 12: Hauptfenster der Benutzeranzeige...34
Abbildung 13: Menü „SETUP“ 35
Abbildung 14: Menü „OPERATION“ 36
Abbildung 15: Bildschirmdarstellung „NORMAL“ 36
Abbildung 16: Menü „TEST“ 37
Abbildung 17: Menü „TAPE/SELF TEST“ 37
Abbildung 18: Kommunikation über serielle Schnittstelle #1 - Systemmenü 38
Abbildung 19: Typischer Ausdruck eines Parametersatzes BAM-1020.............................40
Abbildung 20: Nullfilter BX-302 im Feldeinsatz 41
Abbildung 21: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“ 46
Abbildung 22: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Parkplatzgelände, Winter“..46
Abbildung 23: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer“...47
Abbildung 24: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“ 47
Abbildung 25: Feldteststandort Teddington 48
Abbildung 26: Feldteststandort Köln, Parkplatzgelände..48
Abbildung 27: Feldteststandort Bornheim, Autobahnparkplatz..49
Abbildung 28: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Teddington (Sommer) 52
Abbildung 29: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Köln (Winter).....53
Abbildung 30: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Bornheim (Sommer)...53
Abbildung 31: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Teddington (Winter) 54
Abbildung 32: Messanzeige Konzentrationsmesswert aus letztem Messzyklus................56
Abbildung 33: Ansicht Geräterückseite BAM-1020 66
Abbildung 34: Nullpunktdrift SN 17010 84
Abbildung 35: Nullpunktdrift SN 17011 84
Abbildung 36: Interne Nullpunktskontrolle, SN 17011, Köln (Winter), Stabilitäts-Messwerte aus jedem Zyklus (1 x pro Stunde)..85



Abbildung 37: Interne Nullpunktskontrolle, SN 17011, Köln (Winter), 24h-Mittelwerte der Stabilitäts-Messwerte aus jedem Zyklus 85
Abbildung 38: Drift des Messwertes SN 17010....88
Abbildung 39: Drift des Messwertes SN 17011....89
Abbildung 40: Zeitlicher Verlauf der Schwebstaubkonzentration PM2,5 vom 09.03.2009 bis 28.03.2009, 1 h-Mittelwerte....94
Abbildung 41: SN 17010 vs. SN 17011, 09.03.2009 bis 28.03.2009, 1 h-Messwerte....94
Abbildung 42: Durchfluss am Testgerät SN 17010 117
Abbildung 43: Durchfluss am Testgerät SN 17011 117
Abbildung 44: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte....125
Abbildung 45: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Teddington, Sommer 125
Abbildung 46: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Köln, Winter 126
Abbildung 47: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Bornheim, Sommer....126
Abbildung 48: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Teddington, Winter....127
Abbildung 49: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte, Werte ≥ 18 µg/m³....127
Abbildung 50: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte, Werte < 18 µg/m³....128
Abbildung 51: Referenz vs. Testgerät, SN 17010 & SN 17011, alle Standorte 135
Abbildung 52: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, alle Standorte 136
Abbildung 53: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, alle Standorte 136
Abbildung 54: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Teddington, Sommer 137
Abbildung 55: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Teddington, Sommer 137
Abbildung 56: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Köln, Winter....138
Abbildung 57: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Köln, Winter....138
Abbildung 58: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Bornheim, Sommer....139
Abbildung 59: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Bornheim, Sommer....139
Abbildung 60: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Teddington, Winter 140
Abbildung 61: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Teddington, Winter 140
Abbildung 62: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Werte ≥ 18 µg/m³....141
Abbildung 63: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Werte ≥ 18 µg/m³....141
Abbildung 64: Softwareänderungen von Version 5.0.5 zu Version 5.0.10....181
Abbildung 65: Stabilität Eichgewicht....184
Abbildung 66: Stabilität der Kontrollfilter....186
Abbildung 67: Streuung der Emfab Filter für (**A**) Anfangswägung m Vergleich zum Prüfgewicht und (**B**) Endwägung im Vergleich zum Prüfgewicht....191



1 Kurzfassung und Bekanntgabevorschlag

1.1 Kurzfassung

Gemäß der Richtlinie 2008/50/EG vom 21. Mai 2008 (ersetzt die Luftqualitätsrahmenrichtlinie 96/62/EG vom 27. September 1996 inkl. der zugehörigen Tochterrichtlinien 1999/30/EG, 2000/69/EG, 2002/3/EG sowie die Entscheidung des Rates 97/101/EG) „über Luftqualität und saubere Luft für Europa“ sind als Referenzmethoden zur Messung der PM2,5-Konzentration die in der EN 14907 „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM2,5-Massenfraktion des Schwebstaubs“ beschriebenen Methoden zu verwenden. Die Mitgliedsstaaten können bei Partikeln jedoch auch eine andere Methode verwenden, wenn nachgewiesen werden kann, „dass diese einen konstanten Bezug zur Referenzmethode aufweist. In diesem Fall müssen die mit dieser Methode erzielten Ergebnisse korrigiert werden, damit diese den Ergebnissen gleichwertig sind, die bei der Anwendung der Referenzmethode erzielt worden wären“ (2008/50/EG, Anhang VI, B).

Der Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” [4] der Ad-hoc-EG-Arbeitsgruppe vom Juli 2009

(Quelle: http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/equivalence.pdf)

beschreibt ein Verfahren für die Prüfung auf Äquivalenz von Nicht-Standardmessverfahren. Obwohl der genannte Leitfaden nicht normativ ist, wird die Anwendung von dem so genannten CAFE-Komitee vorläufig empfohlen.

Im Rahmen der vorliegenden Prüfung wurden folgende Grenzwerte angesetzt:

	PM2,5
Jahresgrenzwert JGW (1 a)	25 µg/m³

sowie für die Berechnungen gemäß des Leitfadens [4]

	PM2,5
Grenzwert	30 µg/m³

Die Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 von Juni 2002 beschreibt die „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung“. Die allgemeinen Rahmenbedingungen für die zugehörigen Prüfungen sind in der Richtlinie VDI 4203, Blatt 1 „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen – Grundlagen“ vom Oktober 2001 beschrieben. VDI 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen – Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“ vom August 2004 präzisiert diese Rahmenbedingungen.

Da die gemäß dieser Richtlinien anzuwendenden Bezugswerte explizit auf die Messkomponente PM10 abgestimmt sind, wird für die Messkomponente PM2,5 die Anwendung der folgenden Bezugswerte vorgeschlagen:

	PM2,5
B_0	2 µg/m³
B_1	25 µg/m³
B_2	200 µg/m³

Es wird lediglich eine Anpassung des B_1 auf dem Niveau des Grenzwertes für das Jahresmittel vorgenommen.



Im Auftrag der Firma Met One Instruments, Inc. führte die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung BAM-1020 für die Komponente Schwebstaub PM2,5 durch.

Die Messeinrichtung BAM-1020 ist mit PM10 Vorabscheider schon eignungsgeprüft und im Bundesanzeiger bekannt gegeben.

Eignungsbekanntgabe: BAnz.: 12.04.2007 Nr. 75, S. 4139, auf Basis
TÜV-Bericht Nr. 936/21205333/A vom 06.12.2006

Die Eignungsprüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien und Anforderungen:

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004
- Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM2,5-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von Juli 2009

Die Messeinrichtung BAM-1020 ermittelt die Staubkonzentrationen mittels eines Radiometer-Messprinzips. Mit Hilfe einer Pumpe wird Umgebungsluft über einen PM2,5 Vorabscheider (bestehend aus PM10-Probenahmekopf und PM2,5 Sharp Cut Cyclone) angesaugt. Die staubbeladene Probenahmeluft wird anschließend auf ein Filterband gesaugt. Die Bestimmung der abgeschiedenen Staubmasse auf dem Filterband erfolgt nach der jeweiligen Probenahme durch das radiometrische Messprinzip der Beta-Absorption.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines mehrmonatigen Feldtests.

Der mehrmonatige Feldtest erfolgte an den Standorten gemäß Tabelle 1:

Tabelle 1: Beschreibung der Messstellen

	Teddington (UK), Sommer	Köln, Parkplatzgelände, Winter	Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer	Teddington (UK), Winter
Zeitraum	07/2008 – 11/2008	12/2008 – 04/2009	08/2009 – 10/2009	12/2009 – 02/2010
Anzahl der Messwertpaare: Prüflinge	83	77	60	46
Charakterisierung	Städtischer Hintergrund	Städtischer Hintergrund	Ländliche Struktur + Autobahn	Städtischer Hintergrund
Einstufung der Immissionsbelastung	niedrig bis durchschnittlich	durchschnittlich bis hoch	niedrig bis durchschnittlich	durchschnittlich

Die komplette Prüfung erfolgte im Rahmen des Testprogramms „Combined MCERTS and TUV PM Equivalence Testing Programme“. Dieses Prüfprogramm wurde vor dem Hintergrund der europäischen Harmonisierung gemeinsam von britischen und deutschen Prüfinstituten (Bureau Veritas UK & Ireland, National Physical Laboratory NPL und TÜV Rheinland) entwickelt und durchgeführt und umfasst die Prüfung der neuesten Serien von Schwebstaubmesseinrichtungen verschiedener Hersteller im Labor und an Standorten in Großbritannien und in Deutschland.

Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Seitens der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Immissionen von Schwebstaub PM2,5 vorgeschlagen.

1.2 Bekanntgabevorschlag

Aufgrund der erzielten positiven Ergebnisse wird folgende Empfehlung für die Bekanntgabe als eignungsgeprüfte Messeinrichtung ausgesprochen:

Messeinrichtung:

BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider für Schwebstaub PM2,5

Hersteller:

Met One Instruments, Inc., Grants Pass, USA

Eignung:

Zur kontinuierlichen Immissionsmessung der PM2,5-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	zusätzlicher Messbereich	Einheit
PM2,5	**0 - 1.000**	-	µg/m³

Softwareversion:

Version 3236-07 5.0.10

Einschränkungen:

Bei der Überprüfung der Dichtheit des Probenahmesystems wurden in der Eignungsprüfung die Werte 1,8 % und 2,4 % ermittelt. In der Mindestanforderung darf die Undichtigkeit nicht mehr als 1 % vom durchgesaugten Probevolumen betragen.

Hinweise:

1. Die Anforderungen gemäß des Leitfadens “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” werden für die Messkomponente PM2,5 eingehalten.
2. Das Gerät ist zur Erfassung von PM2,5 mit folgenden Optionen auszustatten: Probenahmeheizung (BX-830), PM10-Probenahmekopf (BX-802), PM2,5 Sharp Cut Cyclone SCC (BX-807), kombinierter Druck- und Temperatursensor (BX-596) bzw. alternativ Umgebungstemperatursensor (BX-592).
3. Die Zykluszeit während der Eignungsprüfung betrug 1 h, d.h. jede Stunde wurde ein automatischer Filterwechsel durchgeführt. Jeder Filterfleck wurde nur einmal beprobt.
4. Die Probenahmezeit innerhalb der Zykluszeit beträgt 42 min.
5. Die Messeinrichtung ist in einem verschließbaren Messcontainer zu betreiben.
6. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM2,5-Referenzverfahren nach DIN EN 14907 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
7. Die Messeinrichtung wird baugleich von der Firma Horiba Europe GmbH, 61440 Oberursel unter dem Namen APDA-371 mit PM2,5-Vorabscheider vertrieben.

Prüfbericht:

TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, Köln

Bericht-Nr.: 936/21209919/A vom 26.03.2010

1.3 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
4 Bauartanforderungen				
4.1 Allgemeine Anforderungen				
4.1.1 Messwertanzeige	Muss vorhanden sein.	Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige.	ja	56
4.1.2 Wartungsfreundlichkeit	Wartungsarbeiten sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.	Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar.	ja	57
4.1.3 Funktionskontrolle	Spezielle Einrichtungen hierzu sind als zum Gerät gehörig zu betrachten, bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und zu bewerten.	Alle im Bedienungshandbuch beschriebenen Gerätefunktionen sind vorhanden, aktivierbar und funktionieren. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und über eine Reihe von verschiedenen Statusmeldungen (Betriebs-, Warn- und Fehlerstatus) angezeigt.	ja	60
4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten	Die Betriebsanleitung muss hierzu Angaben enthalten.	Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.	ja	62
4.1.5 Bauart	Die Betriebsanleitung muss Angaben hierzu enthalten	Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.	ja	63
4.1.6 Unbefugtes Verstellen	Muss Sicherung dagegen enthalten.	Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern gesichert. Die Messeinrichtung ist darüber hinaus in einem Messcontainer zu verschließen.	ja	64
4.1.7 Messsignalausgang	Muss digital und/oder analog angeboten werden.	Die Messsignale werden analog (0-1 bzw. 10 V oder 0 – 16 mA / 4 -20 mA) und digital (über RS 232) angeboten.	ja	65
4.2 Anforderungen an Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz	Ständige Betriebsbereitschaft muss gesichert sein; Anforderungen des stationären Einsatzes müssen analog im mobilen Einsatz erfüllt sein.	Die Messeinrichtung wurde im Rahmen des Feldtestes an mehreren verschiedenen Standorten betrieben; kann aber nicht in fahrenden Fahrzeugen eingesetzt werden.	nein	67



Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	ein-gehal-ten	Seite
5. Leistungsanforderungen				
5.1 Allgemeines	Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.	Differenzen zwischen Geräteausstattung und Handbüchern wurden nicht beobachtet.	ja	68
5.2 Allgemeine Anforderungen				
5.2.1 Messbereich	Messbereichsendwert größer B_2.	Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 1.000 µg/m³ eingestellt. Andere Messbereiche im Bereich zwischen minimal 0 – 100 µg/m³ und maximal 0 – 10.000 µg/m³ sind möglich.	ja	69
5.2.2 Negative Messsignale	Dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).	Negative Messsignale werden von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge korrekt ausgegeben.	ja	70
5.2.3 Analysenfunktion	Zusammenhang zwischen Ausgangssignal und Messgröße muss mittels Analysenfunktion darstellbar sein und durch Regressionsrechnung ermittelt werden.	Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Referenzmessverfahren und der Geräteanzeige konnte nachgewiesen werden.	ja	71
5.2.4 Linearität	Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion im Bereich von Null bis B_1 maximal 5 % von B_1 und im Bereich Null bis B_2 maximal 1 % von B_2.	Für Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit der Probenahmesysteme“ durchzuführen.	ja	73
5.2.5 Nachweisgrenze	Maximal B_0.	Die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen zu 1,33 µg/m³ für Gerät 1 (SN 17010) und zu 1,09 µg/m³ für Gerät 2 (SN 17011).	ja	73
5.2.6 Einstellzeit	Maximal 5 % der Mittelungszeit (gleich 180 Sekunden).	Nicht zutreffend.	-	76
5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur	Nullpunktmesswert darf bei ΔT_u um 15 K zwischen +5 °C und +20 °C bzw. um 20 K zwischen +20 °C und +40 °C B_0 nicht überschreiten.	Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Nullpunkt von -1,6 µg/m³ festgestellt werden.	ja	77

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.2.8 Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur	Der Messwert im Bereich von B1 darf nicht mehr als ± 5 % bei ΔT_u um 15 K zwischen +5 °C und +20 °C bzw. um 20 K zwischen +20 °C und +40 °C betragen.	Es konnten für Gerät 1 (SN 17010) keine Abweichungen > 0,2 % und für Gerät 2 (SN 17011) keine Abweichungen > 0,3 % zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.	ja	79
5.2.9 Nullpunktsdrift	In 24 Stunden und im Wartungsintervall maximal B_0.	Die gefundenen Messwerte liegen im Wartungsintervall alle innerhalb der erlaubten Grenzen von B0 = 2 µg/m³.	ja	81
5.2.10 Drift des Messwertes	In 24 Stunden und im Wartungsintervall maximal 5 % von B_1.	Die Messeinrichtung führt während jedem Messzyklus eine regelmäßige geräteinterne Überprüfung der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung durch. Diese Überprüfung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs. Die im Rahmen der Untersuchung ermittelten Werte für die Drift der Empfindlichkeit betrugen im Wartungsintervall maximal 0,5 % (SN 17010) bzw. -0,5 % (SN 17011).	ja	86
5.2.11 Querempfindlichkeit	Im Bereich des Nullpunktes maximal B_0 und im Bereich B_2 maximal 3 % von B_2.	Nicht zutreffend.	-	90
5.2.12 Reproduzierbarkeit	$R_D \geq 10$ bezogen auf B_1.	Die Reproduzierbarkeit betrug im Feldtest für den Gesamtdatensatz 10.	ja	91
5.2.13 Stundenwerte	Bildung muss möglich sein.	Die Bildung von Stundenwerten für die Komponente Feinstaub PM2,5 ist zur Überwachung der einschlägigen Grenzwerte nicht erforderlich, aber möglich.	ja	93
5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz	Messwertänderung bei B_1 maximal B_0 im Spannungsintervall (230 +15/-20) V und Messwertänderung im mobilen Einsatz maximal B_0 im Frequenzintervall (50 ± 2) Hz.	Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen > 0,1 % bei Gerät 1 (SN 17010) bzw. > -0,1 % bei Gerät 2 (SN 17011), bezogen auf den Startwert von 230 V, festgestellt werden.	ja	95
5.2.15 Stromausfall	Unkontrolliertes Ausströmen von Betriebs- und Kalibriergas muss unterbunden sein; Geräteparameter müssen gegen Verlust durch Pufferung geschützt sein; messbereiter Zustand bei Spannungswiederkehr muss gesichert sein und Messung muss fortgesetzt werden.	Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb nach Erreichen der nächsten vollen Stunde wieder fort.	ja	97



Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.2.16 Gerätefunktionen	Müssen durch telemetrisch übermittelbare Statussignale überwachbar sein.	Die Messeinrichtungen können über ein Modem von einem externen Rechner aus umfassend überwacht und gesteuert werden.	ja	98
5.2.17 Umschaltung	Messen/Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch und manuell auslösbar sein.	Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle und Kalibrierung direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht werden .	ja	99
5.2.18 Verfügbarkeit	Mindestens 90 %.	Die Verfügbarkeit betrug für SN 17010 97,9 % und für SN 17011 99,0 % ohne prüfungsbedingte Ausfälle bzw. 94,6 % für SN 17010 sowie 95,7 % für SN 17011 inkl. prüfungsbedingter Ausfälle.	ja	101
5.2.19 Konverterwirkungsgrad	Mindestens 95 %.	Nicht zutreffend.	entfällt	102
5.2.20 Wartungsintervall	Möglichst 28 Tage, mindestens 14 Tage.	Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 1 Monat.	ja	103
5.2.21 Gesamtunsicherheit	Einhaltung der Anforderungen an die Datenqualität [G10 bis G12].	Die Gesamtunsicherheiten ergaben sich zu 14,64 % bzw. 15,29 % für U(c) und 10,05 % bzw. 12,35 % für $U(\bar{c})$.	ja	104
5.3 Anforderungen an Messeinrichtungen für partikelförmige Luftverunreinigungen				
5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems	Zum Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T2] ist nachzuweisen.	Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.	-	107
5.3.2 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme	Ist im Feldtest nach DIN EN 12 341 [T2] für zwei baugleiche Probenahmesysteme nachzuweisen.	Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.	-	108
5.3.3 Kalibrierung	Durch Vergleichsmessung im Feldtest mit Referenzverfahren nach DIN EN 14907; Zusammenhang zwischen Messsignal und gravimetrischer Referenzkonzentration als stetige Funktion ermitteln.	Siehe Modul 5.2.3.	-	109
5.3.4 Querempfindlichkeit	Maximal 10 % von B_1.	Es konnte kein Störeinfluss > 1,2 µg/m³ Abweichung vom Sollwert durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte auf das Messsignal festgestellt werden. Während des Feldtestes konnte bei wechselnden relativen Luftfeuchten kein negativer Einfluss auf die Messwerte beobachtet werden.	ja	111

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	ein-gehal-ten	Seite
5.3.5 Tagesmittelwerte	24 h-Mittelwerte müssen möglich sein; Zeit für den Filterwechsel maximal 1 % der Mittelungszeit.	Mit der beschriebenen Gerätekonfiguration und einem Messzyklus von 60 min ist die Bildung von validen Tagesmittelwerten auf Basis der 24 Einzelmessungen möglich.	ja	113
5.3.6 Konstanz des Probenahmevolumenstroms	± 3 % vom Sollwert während der Probenahmedauer; Momentanwerte ± 5 % vom Sollwert während der Probenahmedauer.	Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als ± 3 %, alle Momentanwerte weniger als ± 5 % vom Sollwert ab.	ja	115
5.3.7 Dichtheit des Probenahmesystems	Undichtigkeit maximal 1 % vom Probenahmevolumen.	Die maximal ermittelten Undichtigkeiten ergaben sich zu 1,8 % für Gerät 1 (SN 17010) sowie zu max. 2,4 % für Gerät 2 (SN 17011). In der Mindestanforderung darf die Undichtigkeit nicht mehr als 1 % vom durchgesaugten Probevolumen betragen.	nein	119
5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen	Müssen für jede Einzelkomponente im Simultanbetrieb aller Messkanäle erfüllt sein; im Sequenzbetrieb muss die Bildung von Stundenmittelwerten gesichert sein.	Nicht zutreffend.	-	120



Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
Weitere Prüfkriterien nach Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“				
Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen ubs [9.5.2.1]	Ist im Feldtest gemäß Punkt 9.5.2.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ für zwei baugleiche Systeme zu ermitteln.	Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ubs liegt mit maximal 1,57 µg/m³ unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 µg/m³.	ja	122
Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6]	Ermittelung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge gemäß den Punkten 9.5.2.2ff des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“.	Die ermittelten Unsicherheiten WCM liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit Wdqo von 25 % für Feinstaub.	ja	129
Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7]	Ist die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.2.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ erfüllen.	Die Prüflinge erfüllen während der Prüfung die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen schon ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren.	ja	142

2 Aufgabenstellung

2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der Met One Instruments, Inc. wurde von der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH eine Eignungsprüfung für die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider vorgenommen. Die Prüfung erfolgte als vollständige Eignungsprüfung.

2.2 Zielsetzung

Die Messeinrichtung soll den Gehalt an PM2,5 Feinstaub in der Umgebungsluft im Konzentrationsbereich 0 bis 1000 µg/m³ bestimmen.

Die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10 Vorabscheider ist schon eignungsgeprüft und im Bundesanzeiger bekannt gegeben.

Eignungsbekanntgabe: BAnz.: 12.04.2007 Nr. 75, S. 4139, auf Basis
TÜV-Bericht Nr. 936/21205333/A vom 06.12.2006

Die Eignungsprüfung war anhand der aktuellen Richtlinien zur Eignungsprüfung unter Berücksichtigung der neuesten Entwicklungen durchzuführen.

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien:

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002 [1]
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004 [2]
- Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM2,5-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005 [3]
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von Juli 2009 [4]

3 Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

3.1 Messprinzip

Die Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 basiert auf dem Messprinzip der Beta-Abschwächung.

Das Prinzip der radiometrischen Massenbestimmung basiert auf dem physikalischen Gesetz der Abschwächung von Beta-Strahlen beim Durchgang durch eine dünne Schicht an Material. Es gilt folgende Beziehung:

$$c\left(\frac{\mu g}{m^3}\right) = \frac{10^6 A(cm^2)}{Q\left(\frac{l}{min}\right)\Delta t(min)\mu\left(\frac{cm^2}{g}\right)} \ln\left(\frac{I_0}{i}\right)$$

Hierin sind:

C	Partikel-Massenkonzentration	A	Sammelfläche für Partikel (Filterfleck)
Q	Probenahmedurchflussrate	Δt	Probenahmezeit
µ	Massenabsorptionskoeffizient	I_0	Betazählrate am Anfang (Tara)
I	Betazählrate am Ende		

Die radiometrische Massenbestimmung wird im Werk kalibriert und im laufenden Betrieb im Rahmen der geräteinternen Qualitätssicherung stündlich an Nullpunkt (unbelegter Filterfleck) und Referenzpunkt (eingebaute Referenzfolie) überprüft. Aus den erzeugten Daten lassen sich auf einfachem Wege Messwerte an Null- und Referenzpunkt herleiten. Diese können mit den Stabilitätsanforderungen (Drift) bzw. mit dem Sollwert für die Referenz (Werkseinstellung) verglichen werden.

3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung

Die Partikelprobe passiert mit einer Durchflussrate von 1 m³/h den PM2,5 Vorabscheider, bestehend aus PM10-Probenahmekopf und PM2,5 Sharp Cut Cyclone SCC, und gelangt über das Probenahmerohr zum eigentlichen Messgerät BAM-1020.

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurde die Messeinrichtung mit der Probenahmeheizung BX-830 (Smart Inlet Heater) betrieben.

Die Steuerung der Heizung kann über zwei Regelgrößen bzw. deren Kombination erfolgen:

1. Die relative Feuchte RH am Filterband (Werkseinstellung: 45 %)
2. Die Temperaturdifferenz Delta-T zwischen Umgebungstemperatur und Temperatur am Filterband (Werkeinstellung: 5 °C)

Sobald die relative Feuchte RH 1 % unter dem Sollwert liegt oder der kritische Delta-T-Wert erreicht bzw. überschritten ist, wird die Heizung ausgeschaltet. Dabei ist das Delta-T-Kriterium das schärfere Kriterium, d.h. sollte die relative Feuchte RH über dem Sollwert liegen aber der Delta-T-Wert größer oder gleich dem kritischen Wert sein, wird die Heizung ausgeschaltet.

Im Rahmen der Eignungsprüfung waren die Prüflinge in einem klimatisierten Messcontainer installiert. Eine Regelung der Heizung über das Delta-T-Kriterium ist in dieser Konfiguration wenig sinnvoll. Aus diesem Grunde wurde die Heizung während der kompletten Prüfung ausschließlich über den Parameter Feuchte RH geregelt.

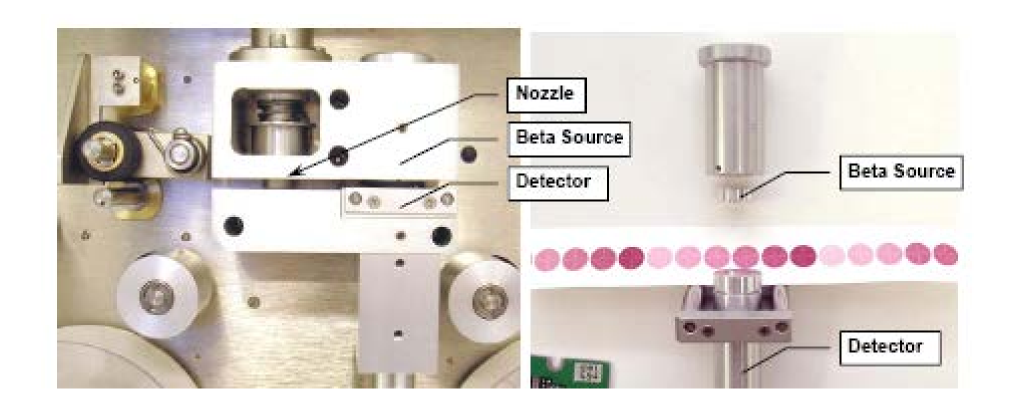
Die Partikel erreichen das Messgerät und werden auf dem Glasfilterband der radiometrischen Messung abgeschieden.

Ein Messzyklus (inkl. automatischer Überprüfung der radiometrischen Messung) läuft dabei folgendermaßen ab (Einstellung für PM2,5: Messzeit für Radiometrie 8 min):

1. Die Anfangs- oder Leermessung auf dem sauberen Filterband I_0 findet am Anfang des Zyklus statt. Sie dauert 8 min.
2. Das Filterband wird über eine Strecke von 4 Bestaubungsflecken vorwärts transportiert und unter die Probenahmestelle geschoben. Die Probenahme erfolgt auf dem Filterfleck, auf dem I_0 vorher bestimmt wurde. Durch diesen Filterfleck wird nun für eine Probenahmedauer von 42 min die Partikel beladene Luft gesaugt.
3. Gleichzeitig wird 4 Bestaubungsflächen zurück auf dem Filterband eine radiometrischen Messung I_1 für die Dauer von 8 Minuten vorgenommen. Die Messung erfolgt zur Verifizierung etwaiger Drifteffekte durch sich ändernde äußere Einflüsse wie Temperatur und relative Feuchte. Eine dritte radiometrische Messung I_2 erfolgt an gleicher Stelle mit eingeschobener Referenzfolie. Acht Minuten vor Ende der Sammelzeit erfolgt an derselben Stelle des Filterbandes noch mal eine Messung auf dem Filterband $I_{1x,}$ mit deren Hilfe aus I_1 und I_{1x} die Stabilität am Nullpunkt überwacht werden kann.

4. Das Filterband wird nach beendeter Probenahme um 4 Bestaubungsflächen zurück gefahren und der belegte Filterfleck wird radiometrisch vermessen (I_3). Die Berechnung der Konzentration bildet den Abschluss des Messzyklus.
5. Der nächste Zyklus beginnt mit Schritt 1

Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über den Probenahme- und Messteil des BAM-1020.



Legende: Nozzle = Bestaubungskammer Beta Source = Beta-Quelle
Detector = Detektor

Abbildung 1: BAM-1020 – Übersicht Probenahme- und Messteil

Im Rahmen der Eignungsprüfung war eine Zykluszeit von 60 min eingestellt mit einem Zeitbedarf für die radiometrische Messung von 8 min.

Die Zykluszeit setzt sich daher zusammen aus 2 x 8 min für die radiometrische Messung (I_0 & I_3) sowie ca. 1-2 min für Filterbandbewegungen. Damit liegt die effektive Probenahmezeit bei 42 min.

3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Das Schwebstaubimmissionsmessgerät BAM-1020 basiert auf dem Messprinzip der Beta-Abschwächung.

Die geprüfte Messeinrichtung besteht aus dem PM10-Probenahmekopf BX-802, dem PM2,5 Sharp Cut Cyclone SCC BX-807, dem Probenahmerohr, der Probenahmeheizung BX-830, dem kombinierten Druck- und Temperatursensor BX-596 (inkl. Strahlungsschutzschild, alternativ aus dem Umgebungstemperatursensor BX-592), der Vakuumpumpe BX-127, dem Messgerät BAM-1020 (inkl. Glasfaserfilterband), den jeweils zugehörigen Anschlussleitungen und -kabeln sowie Adaptern, der Dachdurchführung inkl. Flansch sowie dem Handbuch in deutscher Sprache.

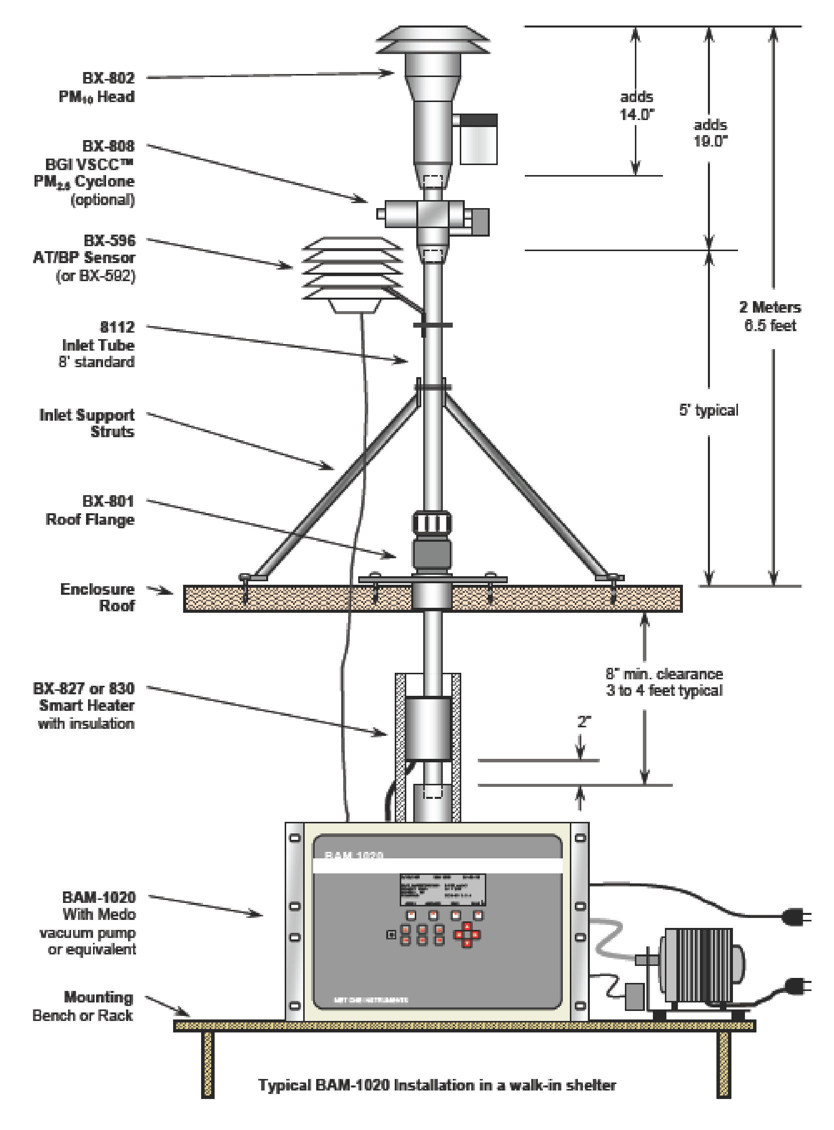


Abbildung 2: Überblick Gesamtsystem BAM-1020 (hier anstelle von PM2,5 SCC BX-807 mit PM2,5 VSCC BX-808 dargestellt(Konfiguration für US-EPA Zulassung))

Das Messgerät BAM-1020 bietet insgesamt die Möglichkeit, bis zu 6 verschiedene Sensoren an die vorhandenen Analogeingänge anzuschließen. Beispielsweise ist neben dem kombinierten Druck- und Temperatursensor BX-596 (inkl. Strahlungsschutzschild) bzw. dem Umgebungstemperatursensor BX-592 auch ein Anschluss des zusätzlichen Luftdrucksensor BX-594 sowie ein Anschluss von Sensoren für die Windrichtung (BX-590), für die Windgeschwindigkeit (BX-591), für die Luftfeuchte (BX-593) sowie für die Sonneneinstrahlung (BX-595) denkbar.

Als Probenahmekopf steht ein US-PM10 Probeneinlass (Typ: BX-802, in Eignungsprüfung eingesetzt) zur Verfügung. Der Probenahmekopf fungiert als Vorabscheider für den aus der Außenluft angesaugten Schwebstaub in der Fraktion PM10. Unmittelbar hinter dem PM10 Probeneinlass wird zur Abscheidung der Partikel im Bereich 2,5 µm bis 10 µm der Sharp Cut Cyclone SCC (BX-807) eingesetzt. Dabei werden die Geräte mit einem konstanten, geregelten Volumenstrom von 16,67 l/min = 1,0 m³/h betrieben.

Alternativ ist auch ein Einsatz von TSP-Probeeinlässen oder PM10 Probeneinlass ohne SCC möglich.



Abbildung 3: amerikanischer PM10-Probenahmekopf BX-802 für BAM-1020



Abbildung 4: Sharp Cut Cyclone SCC BX-807 für BAM-1020



Abbildung 5: Probenahmekopf BX-802 + SCC BX-807

Das Probenahmerohr bildet die Verbindung zwischen dem Probenahmekopf und dem eigentlichen Messgerät. Die Länge des Probenahmerohres betrug in der Prüfung 1,65 m, abweichende Längen können je nach örtlicher Gegebenheit angefertigt werden.

Die Probenahmeheizung BX-830 wird am unteren Ende des Probenahmerohres (ca. 50 mm über dem Geräteeingang des BAM-1020) montiert. Die Regelung des Heizsystems erfolgt wie unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung beschrieben.



Abbildung 6: Probenahmeheizung BX-830

Die Vakuumpumpe BX-127 ist am Ende des Probenweges über einen Schlauch mit dem eigentlichen Messgerät verbunden. Die Steuerung und Regelung der Pumpe erfolgt dabei vom Messgerät auf Betriebsvolumen in Bezug auf die Umgebungsbedingungen (Betriebsart ACTUAL).

Das eigentliche Messgerät BAM-1020 enthält, neben dem radiometrischen Messteil, das Glasfilterband inkl. Transportsystem, große Teile des pneumatischen Systems (Durchflussmessung über Massenflusssensor), die Regelung der Probenahmeheizung sowie alle notwendigen elektronischen Einrichtungen und Mikroprozessoren zur Steuerung und Kontrolle des Messeinrichtung sowie zur Kommunikation mit dem System.



Abbildung 7: Messgerät BAM-1020



Abbildung 8: Messgeräte BAM-1020 in Messstation (2 Prüflinge aus Eignungsprüfung + 1 Prüfling zu Versuchszwecken (Heizungskonfiguration))

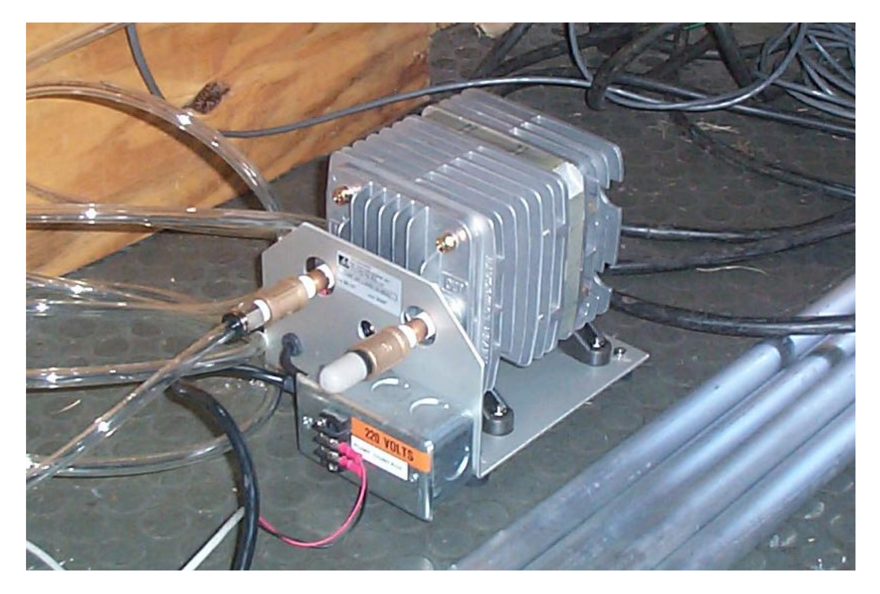


Abbildung 9: Vakuumpumpe BX-127



Abbildung 10: Vorderansicht BAM-1020, Frontklappe geöffnet

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt über eine Folientastatur in Kombination mit einem Display an der Frontseite des Gerätes. Der Benutzer kann gespeicherte Daten abrufen, Parameter ändern sowie verschiedene Tests zur Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung durchführen.

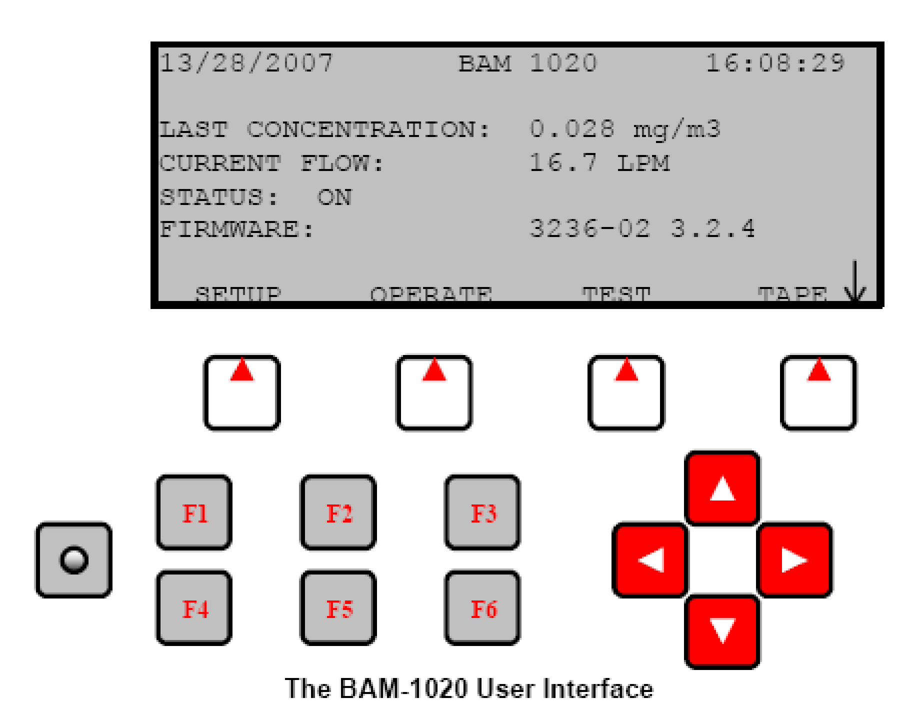


Abbildung 11: Darstellung Display + Folientastatur des BAM-1020

Auf der obersten Ebene liegt das Hauptfenster der Benutzeranzeige – hier sind die aktuelle Zeit, das aktuelle Datum, der letzte 1h-Konzentrationswert, der aktuelle Durchfluss, die Softwareversion sowie der Status des Gerätes angezeigt.

```
13/28/2007        BAM 1020        16:08:29

LAST CONCENTRATION:   0.028 mg/m3
CURRENT FLOW:         16.7 LPM
STATUS:  FILTER TAPE ERROR!
FIRMWARE:             3236-02 3.2.4

  SETUP      OPERATE      TEST      TAPE
```

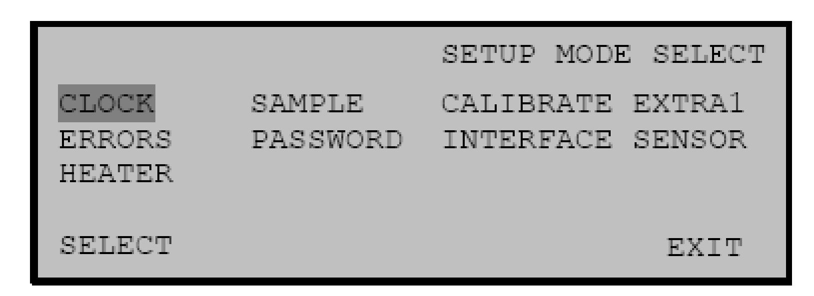
Abbildung 12: Hauptfenster der Benutzeranzeige



Über die Funktionstasten F1 bis F6 lassen sich auf der obersten Ebene verschiedene Funktionen leicht aufrufen. Hier kann z.B. auf aktuelle Informationen über die letzten Konzentrationswerte sowie Messwerte von anderen Sensoren (Umgebungstemperatur...), Fehlermeldungen sowie über gespeicherte Daten zu den Messungen der letzten 10 Tage auf dem Display zugegriffen werden.

Von der obersten Ebene kann darüber hinaus auf die folgenden Untermenüs per Softkey zugegriffen werden:

1. Menü „SETUP“ (Softkey „SETUP“ drücken): Im Menü „SETUP“ erfolgt die Konfigurierung und Parametrierung der Messeinrichtung. Der Benutzer kann hier Einstellungen für Parameter wie z.B. Datum/Uhrzeit, Probenahmedauer, Messbereich, Durchflussrate, Ausgabe Messwert in Betriebs- oder Normbedingungen, Passwortänderung, Schnittstellen, externe Sensoren sowie für die Probenahmeheizung vornehmen.



The SETUP Menu

Abbildung 13: Menü „SETUP“

2. Menü „OPERATION“ (Softkey „OPERATION“ drücken): Im Menü „OPERATION“ können Informationen während des laufenden Betriebs der Messeinrichtung aufgerufen werden. Solange der Betriebsmodus auf „ON“ geschaltet ist, wird die Messeinrichtung kontinuierlich gemäß den Vorgaben in Betrieb sein. Ein Abbruch der laufenden Messung erfolgt entweder durch Umschalten des Betriebsmodus auf „OFF“, durch Aufrufen der Menüs „SETUP“, „TEST“ oder „TAPE“ im laufenden Betrieb oder im Falle einer schwerwiegenden Störung (z.B. Filterbandriss).

```
11/15/2006    OPERATE MODE          14:13:07

       ↑ = ON
       ↓ = OFF
Operation Mode: ON
        Status: ON

  NORMAL     INST     AVERAGE     EXIT
```

The OPERATE Menu

Abbildung 14: Menü „OPERATION“

In den Untermenüs NORMAL, INST und AVERAGE lassen sich die aktuellen Messwerte des Systems in verschiedener Art und Weise darstellen. Die gebräuchlichste Art der Darstellung ist der „NORMAL“ Bildschirm. Hier kann sich der Benutzer die wichtigsten für den Betrieb relevanten Parameter anzeigen lassen.

```
11/15/2006            Normal Mode        11:27:54

                                Flow(STD): 16.7 LPM
                             Flow(ACTUAL): 16.7 LPM
LAST C: 0.061 mg/m3                Press: 764 mmHg
LAST m: 0.806 mg/cm2                  RH: 37 %
                                  Heater: OFF
                                 Delta-T: 4.2 C
STATUS: SAMPLING                             EXIT
```

The NORMAL Menu

Abbildung 15: Bildschirmdarstellung „NORMAL“

3. Menü „TEST“ (Softkey „TEST“ drücken): Im Menü „TEST“ kann der Bediener verschiedene Hardware- und Komponententests durchführen, u.a. kann die radiometrische Messung (Referenzfolientest) oder die Durchflussrate überprüft oder eine Kalibrierung der Temperatur-, Drucksensoren sowie der Durchflussrate vorgenommen werden.

```
                    TEST MODE

COUNT       PUMP        TAPE       DAC
CALIBRATE   INTERFACE   FLOW       ALIGN
HEATER      FILTER-T    RH


 SELECT                             EXIT
```

The TEST Menu

Abbildung 16: Menü „TEST“

4. Menü „TAPE“ (Softkey „TAPE“ drücken): Im Menü „TAPE“ kann zu jedem Zeitpunkt (=Abbruch der laufenden Messung) ein umfangreicher Selbsttest der Messeinrichtung gestartet werden. In diesem Selbsttest, der in etwa 4 Minuten in Anspruch nimmt, werden verschiedene mechanische Bauteile (z.B. des Filtertransportsystems) auf Funktionstüchtigkeit, die Durchflussrate sowie der Zustand des Filterbandes (Spannung, Filterbandriss) geprüft. Im Falle von unregelmäßigen oder unzulässigen Abweichungen erscheint die Fehlermeldung „FAIL“ und eine gezielte Suche nach dem Problem kann erfolgen. Verläuft der Selbsttest ohne Probleme, erscheint der Status „SELFTEST PASSED“ und der Messbetrieb kann aufgenommen werden. Die Durchführung dieses Tests empfiehlt sich grundsätzlich nach jedem Neubeginn einer Messung nach Abbruch, in jedem Fall aber nach einem Filterbandwechsel.

```
02/08/1999                 15:29:30
LATCH: OFF                 TAPE BREAK: OK
CAPSTAN: OK                TAPE TENSION: OK
NOZZLE DN: OK              SHUTTLE: OK
NOZZLE UP: OK              REF EXTEND: OK
FLOW: OK                   REF WITHDRAW: OK
Status:   SELF TEST PASSED
TENSION   SELF TEST                    EXIT
```

Self-Test Status Screen

Abbildung 17: Menü „TAPE/SELF TEST“



Neben der direkten Kommunikation via Bedientasten/Display bestehen umfangreiche Möglichkeiten, über verschiedene Analogausgänge, Relais (Status und Alarmmeldungen) sowie über die RS232-Schnittstellen zu kommunizieren. Die RS232-Schnittstellen erlauben den Anschluss von Drucker, PC und Modem. Die Kommunikation mit dem Gerät kann z.B. über die Software Hyperterminal erfolgen.

Die serielle Schnittstelle #1 dient zum Datentransfer und zur Übermittlung des Gerätestatus. Diese Schnittstelle wird häufig mit Hilfe eines Modems zur Fernsteuerung benutzt.

Es steht folgendes Systemmenü zur Verfügung:

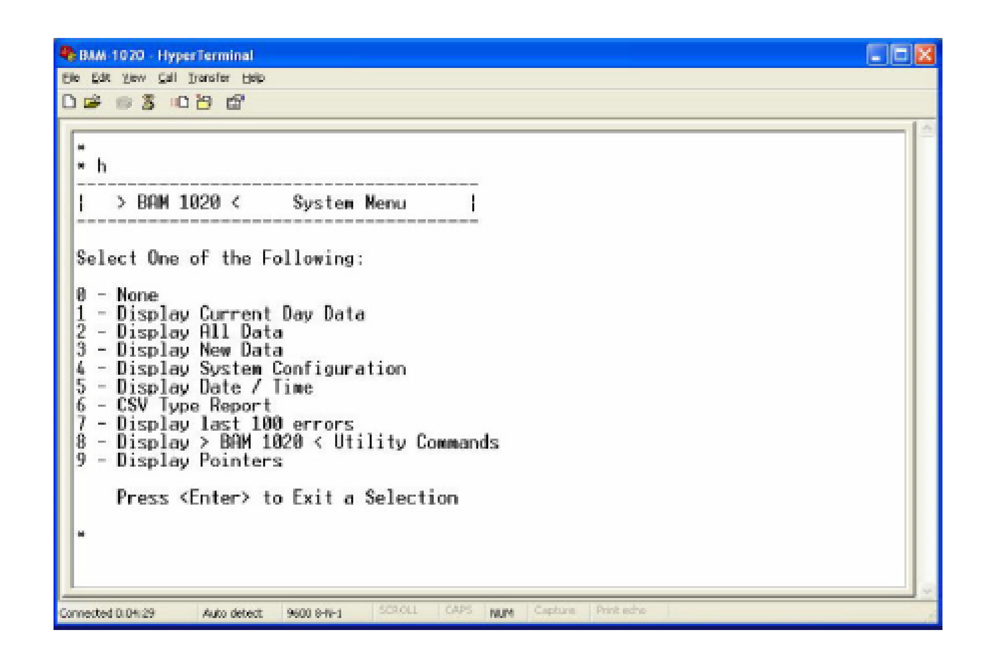


Abbildung 18: Kommunikation über serielle Schnittstelle #1 - Systemmenü

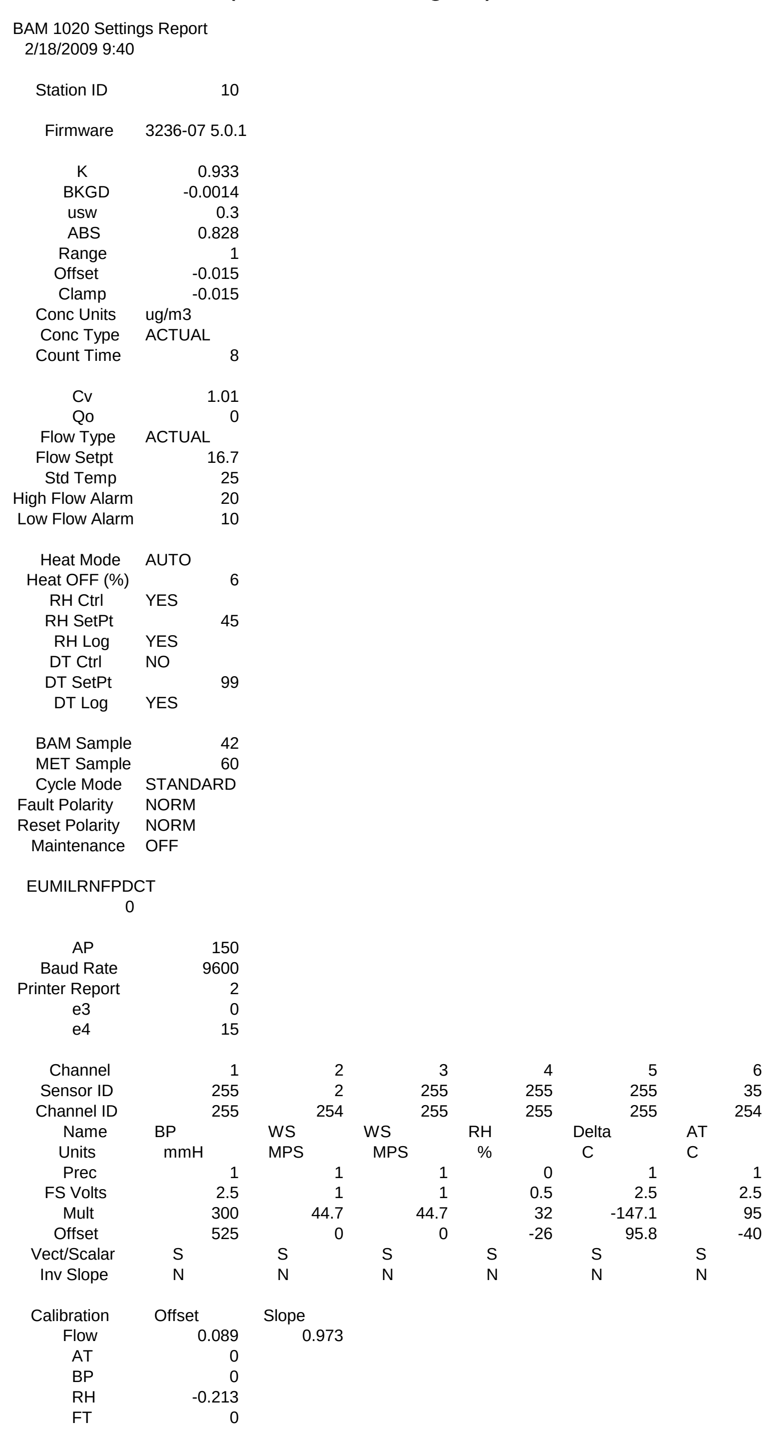


Die Messdaten wurden im Rahmen der Eignungsprüfung in der Regel einmal pro Woche ausgelesen und aufgezeichnet und eignen sich für eine spätere Datenverdichtung zu Tagesmittelwerten in einer externen Tabellenkalkulation. Nachfolgend erfolgt eine beispielhafte Darstellung der auf diesem Wege aufgezeichneten Daten.

Station	10																					
Time	Conc(ug/m3)	Qtot(m3)	BP(mmH)	WS(MPS)	WS(MPS)	RH(%)	Delta(C)	AT(C)	Stab(ug)	Ref(ug)	E	U	M	I	L	R	N	F	P	D	C	T
2/9/2009 8:00	16	0.701	749.4	5.9	0.7	16	22.3	1.9	-0.8	827.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 9:00	18	0.701	749.7	5.9	0.7	17	21.8	2.5	-1.9	830.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 10:00	9	0.701	749.5	5.9	0.7	18	20.7	3	-3.5	830.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 11:00	9	0.701	749.8	5.9	0.7	18	19.4	3.5	-2.9	828	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 12:00	8	0.701	749.9	5.9	0.7	19	17.7	4.5	-0.7	828.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 13:00	7	0.701	749.6	5.9	0.7	20	16.3	5.9	-1.2	828.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 14:00	11	0.7	749.5	5.9	0.7	20	16.1	6.3	-3	828.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 15:00	12	0.7	749.2	5.9	0.7	20	16.5	5.9	0	826.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 16:00	11	0.7	748.8	5.9	0.7	20	16.5	5.9	-3.8	824.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 17:00	13	0.701	748.1	5.8	0.7	20	17.1	4.9	1.9	829.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 18:00	15	0.701	747.3	5.8	0.7	21	17.3	4.2	-0.2	828	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 19:00	20	0.701	746.8	5.8	0.7	22	17	3.9	0.7	831.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 20:00	18	0.7	745.9	5.8	0.7	24	17.1	3.1	-3.2	827.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 21:00	17	0.701	744.2	5.7	0.7	25	17	2.5	-0.4	828.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Conc(µg/m³):	Staubkonzentrationsmesswert in µg/m³, Umgebungsbedingungen
Qtot(m³):	Durchgesetztes Volumen in m³ (hier bei 42 min Probenahmezeit)
BP(mm-Hg):	Luftdruck in mm-Hg
WS (MPS):	Windgeschwindigkeit, in diesem Fall nicht belegt
RH(%):	relative Feuchte unter dem Filterband in % - zur Heizungsregelung
Delta(C):	Differenz Außentemperatur – Temperatur am Filterband – zur Heizungsregelung, in diesem Fall deaktiviert
AT(C):	Umgebungstemperatur in °C
Stab(µg):	Ergebnis der internen Nullmessung in µg aus I_1 und I_{1x} (siehe Kapitel 3.2 dieses Berichtes)
Ref(µg):	Ergebnis der internen Referenzfolienmessung in µg/cm² aus I_2 (siehe Kapitel 3.2 dieses Berichtes)
E, U, M, I, L, R, N, F, P, D, C, T:	Statusmeldungen (Relais), siehe Handbuch Kapitel 6.5

Über das Systemmenü (Punkt 4 – Display System Configuration) lässt sich außerdem zu Informations- und Diagnosezwecken die aktuelle Parametrierung des BAM-1020 darstellen und ausdrucken (siehe Abbildung 19):



BAM 1020 Settings Report
2/18/2009 9:40

Parameter	Wert
Station ID	10
Firmware	3236-07 5.0.1
K	0.933
BKGD	-0.0014
usw	0.3
ABS	0.828
Range	1
Offset	-0.015
Clamp	-0.015
Conc Units	ug/m3
Conc Type	ACTUAL
Count Time	8
Cv	1.01
Qo	0
Flow Type	ACTUAL
Flow Setpt	16.7
Std Temp	25
High Flow Alarm	20
Low Flow Alarm	10
Heat Mode	AUTO
Heat OFF (%)	6
RH Ctrl	YES
RH SetPt	45
RH Log	YES
DT Ctrl	NO
DT SetPt	99
DT Log	YES
BAM Sample	42
MET Sample	60
Cycle Mode	STANDARD
Fault Polarity	NORM
Reset Polarity	NORM
Maintenance	OFF
EUMILRNFPDCT	0
AP	150
Baud Rate	9600
Printer Report	2
e3	0
e4	15

Channel	1	2	3	4	5	6
Sensor ID	255	2	255	255	255	35
Channel ID	255	254	255	255	255	254
Name	BP	WS	WS	RH	Delta	AT
Units	mmH	MPS	MPS	%	C	C
Prec	1	1	1	0	1	1
FS Volts	2.5	1	1	0.5	2.5	2.5
Mult	300	44.7	44.7	32	-147.1	95
Offset	525	0	0	-26	95.8	-40
Vect/Scalar	S	S	S	S	S	S
Inv Slope	N	N	N	N	N	N

Calibration	Offset	Slope
Flow	0.089	0.973
AT	0	
BP	0	
RH	-0.213	
FT	0	

Abbildung 19: Typischer Ausdruck eines Parametersatzes BAM-1020

Die serielle Schnittstelle #2 dient lediglich als Druckausgang und kann an einen Drucker oder PC angeschlossen werden. Hier können z.B. aktuelle Informationen zum Messbetrieb kontinuierlich aufgezeichnet werden.

Zur externen Nullpunktsüberprüfung der Messeinrichtung und zur Bestimmung des Backgroundwertes BKGD (Korrekturoffset für die Konzentrationswerte) gemäß Handbuch Kapitel 7.7, wird ein Nullfilter (BX-302 Zero Filter Calibration Kit) am Geräteinlass montiert. Der Einsatz dieses Filters ermöglicht die Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft.

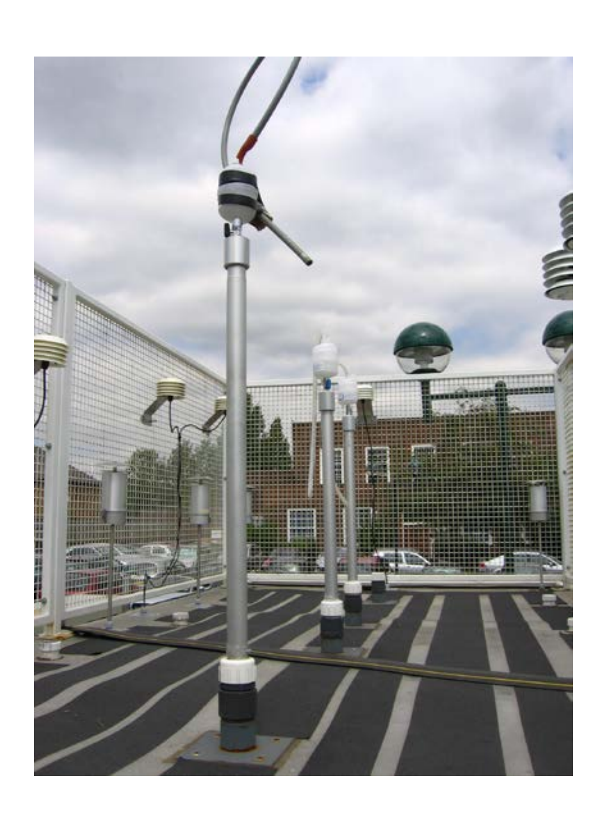


Abbildung 20: Nullfilter BX-302 im Feldeinsatz

Mittels des vorhandenen Absperrventils lässt sich zudem mit dem Nullfilter BX-302 auch eine Überprüfung der Dichtigkeit des Messsystems gemäß Handbuch Kapitel 5.3 durchführen

Für die Überprüfung der Durchflussrate am Inlet gemäß Kapitel 5.6 des Handbuchs steht ein Adapter BX-305 (Flow Inlet Adapter Kit) zur Verfügung. Da dieses bis auf den eigentlichen HEPA-Filter baulich dem Nullfilter Kit BX-302 entspricht, kann auch hier mittels des vorhandenen Absperrventils eine Überprüfung der Dichtigkeit des Messsystems gemäß Handbuch Kapitel 5.3 durchgeführt werden.

Tabelle 2 enthält eine Auflistung wichtiger gerätetechnischer Kenndaten des Schwebstaubimmissionsmessgerätes BAM-1020.

Tabelle 2: Gerätetechnische Daten BAM-1020 (Herstellerangaben)

Abmessungen / Gewicht	**BAM-1020**
Messgerät	310 x 430 x 400 mm / 24,5 kg (ohne Pumpe)
Probenahmerohr	1,65 m (andere Längen lieferbar)
Probenahmekopf	BX-802 (US)
Energieversorgung	100/115/230 V, 50/60 Hz
Leistungsaufnahme	75 W, Zentraleinheit
Umgebungsbedingungen	
Temperatur	-30 - +60 °C (Herstellerangabe) +5 - +40 °C in Eignungsprüfung
Feuchte	nicht kondensierend
Probenflussrate	16,67 l/min = 1 m³/h
Radiometrie **Strahler**	^{14}C, <2,2 MBq (< 60 µCi)
Detektor	Szintillationszähler
Überprüfung	Stündliche, interne Null- und Referenzpunktüberprüfung (Referenzfolie), Abweichungen vom Soll werden aufgezeichnet
Parameter Filterwechsel	
Messzyklus (Zykluszeit)	1 min – 200 min Default: 60 min
Messzeit Radiometrie	einstellbar 4,6 oder 8 min für PM2,5: 8 min
Probenahmezeit	je nach Messzeit Radiometrie 50, 46 oder 42 min: für PM2,5: 42 min
Parameter Heizung Probenahme BX-830	
maximale Temperaturdifferenz Filterband-Außentemperatur	Default: 5°C
Sollwert für relative Luftfeuchte am Filterband	Default: 45 %
Speicherkapazität Daten (intern)	ca. 180 Tage bei 1h-Messwerten
Analogausgang	0 – 1 (10) V oder 0 – 16 mA / 4 – 20 mA – parametrierbar auf 0-0.100, 0.200, 0.250, 0.500, 1.000, 2.000, 5.000 oder 10.000 mg/m³
Digitalausgang	2 x RS 232 – Schnittstelle zur Datenübertragung und Fernsteuerung
Statussignale / Fehlermeldungen	vorhanden, Übersicht siehe Kapitel 8 Bedienungshandbuch

4 Prüfprogramm

4.1 Allgemeines

Die Eignungsprüfung erfolgte an zwei identischen Geräten mit den Seriennummern SN 17010 und SN 17011.

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 3236-07 5.01 durchgeführt (Stand Juli 2008).

Während der Prüfung wurde die Software beständig bis zur Version 3236-07 5.0.10 weiterentwickelt und optimiert. Dabei wurden die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-07 5.0.5 schon per Mitteilung dem zuständigen Arbeitskreis „Prüfberichte“ vorgestellt und positiv bewertet. Die zusätzlichen Änderungen von Version 3236-07 5.0.5 bis zur Version 3236-07 5.0.10 zeigt Abbildung 64 auf Seite 181 im Anhang.

Es ist durch die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-07 5.0.10 kein Einfluss auf die Geräteperformance zu erwarten.

Die Prüfung umfasste einen Labortest zur Feststellung der Verfahrenskenngrößen sowie einen mehrmonatigen Feldtest an verschiedenen Feldteststandorten.

Alle ermittelten Konzentrationen werden in µg/m³ (Betriebsbedingungen) angegeben.

Im Zeitraum der Prüfungen wurden keine baulichen Veränderungen an den Testgeräten vorgenommen.

Im folgenden Bericht wird in der Überschrift zu jedem Prüfpunkt die Mindestanforderung gemäß den berücksichtigten Richtlinien [1, 2, 3, 4] mit Nummer und Wortlaut angeführt.

4.2 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei identischen Geräten des Typs BAM-1020 mit den Seriennummern SN 17010 und SN 17011 durchgeführt. Nach den Richtlinien [1, 2, 3] ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Labor:

- Beschreibung der Gerätefunktionen
- Ermittlung der Nachweisgrenze
- Ermittlung der Abhängigkeit des Nullpunktes / der Empfindlichkeit von der Umgebungstemperatur
- Ermittlung der Abhängigkeit des Nullpunktes / der Empfindlichkeit von der Netzspannung

Folgende Geräte kamen für den Labortest zur Ermittlung der Verfahrenskenngrößen zum Einsatz:

- Klimakammer (Temperaturbereich von –20 °C bis +50 °C, Genauigkeit besser als 1 °C)
- Trennstelltrafo
- Nullfilter-Kit BX-302 zur externen Nullpunktsüberprüfung
- Referenzfolie (fest in den Geräten eingebaut)

Die Aufzeichnung der Messwerte erfolgte geräteintern. Die gespeicherten Messwerte wurden via Hyperterminal mit Hilfe eines Notebooks ausgelesen.

Die Ergebnisse der Laborprüfungen sind unter Punkt 6 zusammengestellt.

4.3 Feldtest

Der Feldtest wurde mit 2 baugleichen Messeinrichtungen durchgeführt. Dies waren:

Gerät 1:	SN 17010
Gerät 2:	SN 17011

Es ergab sich folgendes Prüfprogramm im Feldtest:

- Untersuchung der Vergleichbarkeit der Testgeräte gemäß Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”
- Untersuchung der Vergleichbarkeit des Testgerätes mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”
- Untersuchung der Konstanz des Probenahmevolumenstroms
- Ermittlung der Kalibrierfähigkeit, Aufstellung der Analysenfunktion
- Bestimmung der Reproduzierbarkeit
- Ermittlung der zeitlichen Änderung des Nullpunktes und der Empfindlichkeit
- Untersuchung der Dichtheit des Probenahmesystems
- Betrachtung der Abhängigkeit der Messwerte von der im Messgut enthaltenen Luftfeuchte
- Ermittlung des Wartungsintervalls
- Bestimmung der Verfügbarkeit
- Ermittlung der Gesamtunsicherheit der Testgeräte.

Für den Feldtest wurden folgende Geräte eingesetzt:

- Messcontainer des UK-Partners, klimatisiert auf ca. 20 °C
- Wetterstation (WS 500 der Fa. ELV Elektronik AG) zur Erfassung meteorologischer Kenngrößen wie Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie der Regenmenge
- 2 Referenzmessgeräte LVS3 für PM2.5 gemäß Punkt 5
- 1 Gasuhr, trockene Bauart
- 1 Massendurchflussmesser Model 4043 (Hersteller: TSI)
- Messgerät zur Erfassung der Leistungsaufnahme Metratester 5 (Hersteller: Fa. Gossen Metrawatt)
- Nullfilter-Kit BX-302 zur Erzeugung schwebstaubfreier Luft
- Referenzfolie (fest in den Geräten eingebaut)

Im Feldtest liefen jeweils für 24 h zeitgleich zwei BAM-1020 – Systeme und zwei Referenzgeräte. Das Referenzgerät arbeitet diskontinuierlich, d. h. nach erfolgten Probenahmen muss das Filter manuell gewechselt werden.



Die Impaktionsplatten der PM2,5 Probenahmeköpfe der Referenzgeräte wurden in der Prüfung ca. alle 2 Wochen gereinigt und mit Silikonfett eingefettet, um eine sichere Trennung und Abscheidung der Partikel zu gewährleisten. Die PM10 Probenahmeköpfe BX-802 und die PM2,5 Zyklone BX-807 der Prüflinge wurden ca. alle 4 Wochen gereinigt. Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind.

Bei den Prüflingen sowie bei den Referenzgeräten wurde der Durchfluss vor und nach jedem Standortwechsel mit einer trockenen Gasuhr bzw. mit einem Massendurchflussmesser, der über eine Schlauchleitung an der Lufteintrittsöffnung des Gerätes angeschlossen ist, überprüft.

Messstandorte und Messgerätestandorte

Die Messgeräte wurden im Feldtest so installiert, dass nur die Probenahmeköpfe außerhalb des Messcontainers über dessen Dach eingerichtet sind. Die Zentraleinheiten der beiden Testgeräte waren im Innern des klimatisierten Messcontainers untergebracht. Die Verbindung der Zentraleinheiten mit den Probenahmeköpfen geschah bei den BAM-1020-Systemen über das Probenahmerohr. Die Referenzsysteme (LVS3) wurden komplett im Freien auf dem Dach installiert.

Der Feldtest wurde an folgenden Messstandorten durchgeführt:

Tabelle 3: Feldteststandorte

Nr.	Messstandort	Zeitraum	Charakterisierung
1	Teddington (UK), Sommer	07/2008 – 11/2008	Städtischer Hintergrund
2	Köln, Parkplatzgelände, Winter	12/2008 – 04/2009	Städtischer Hintergrund
3	Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer	08/2009 – 10/2009	Ländliche Struktur + Verkehrseinfluss
4	Teddington (UK), Winter	12/2009 – 02/2010	Städtischer Hintergrund

Abbildung 21 bis Abbildung 24 zeigen den Verlauf der PM-Konzentrationen an den Feldteststandorten, die mit den Referenzmesseinrichtungen aufgenommen wurden.

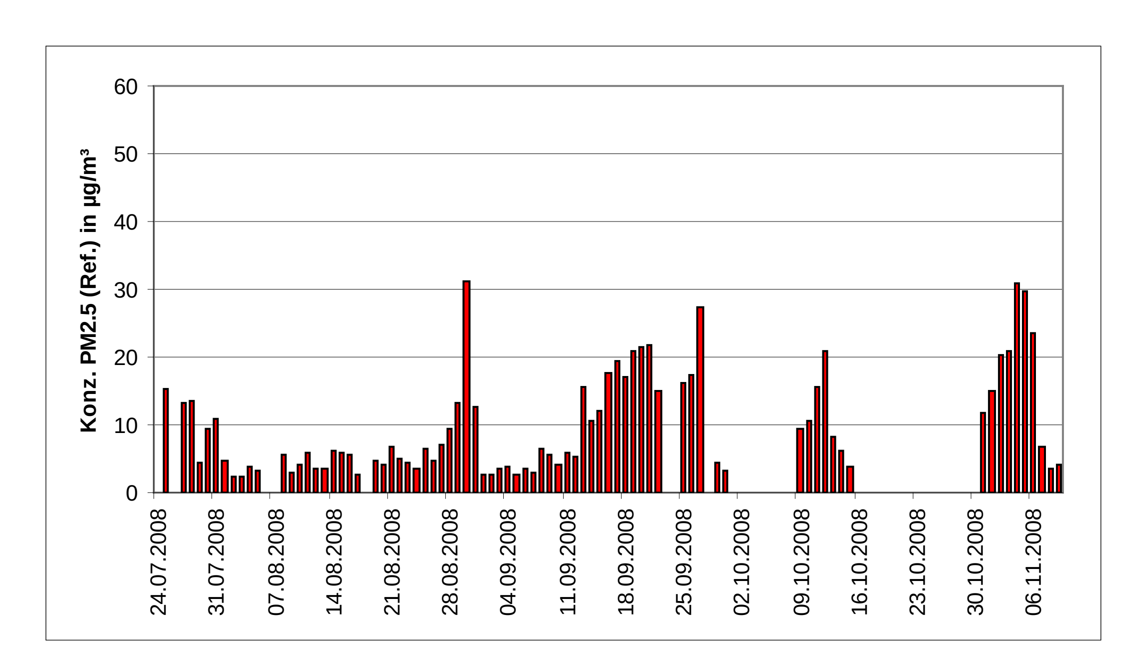


Abbildung 21: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“

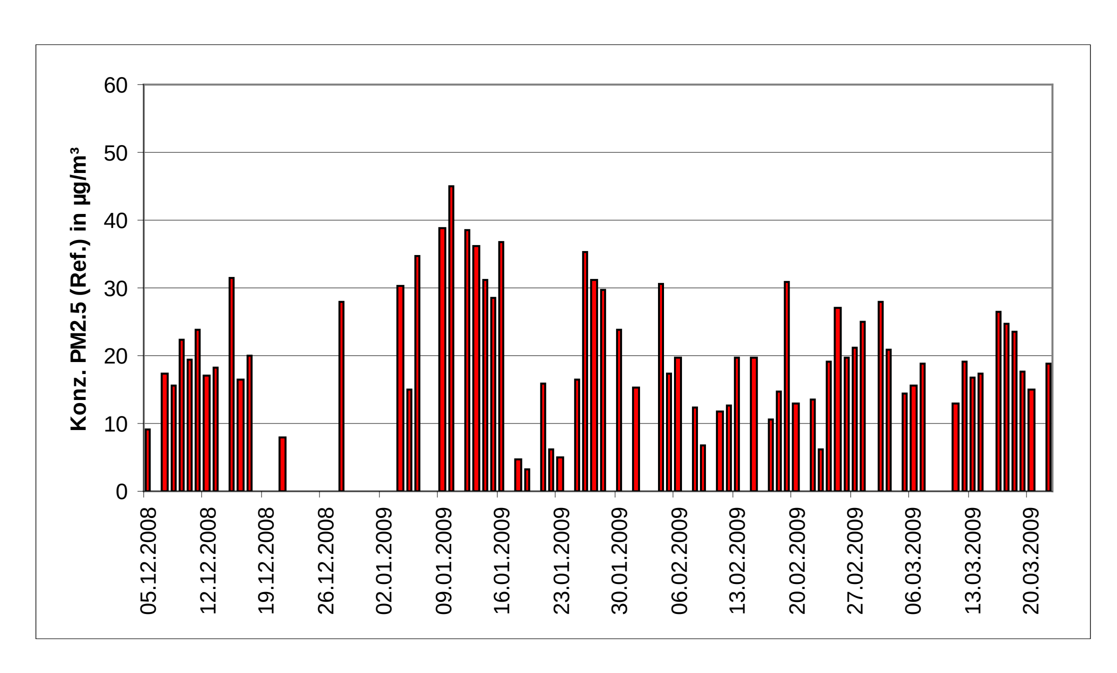


Abbildung 22: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Parkplatzgelände, Winter“



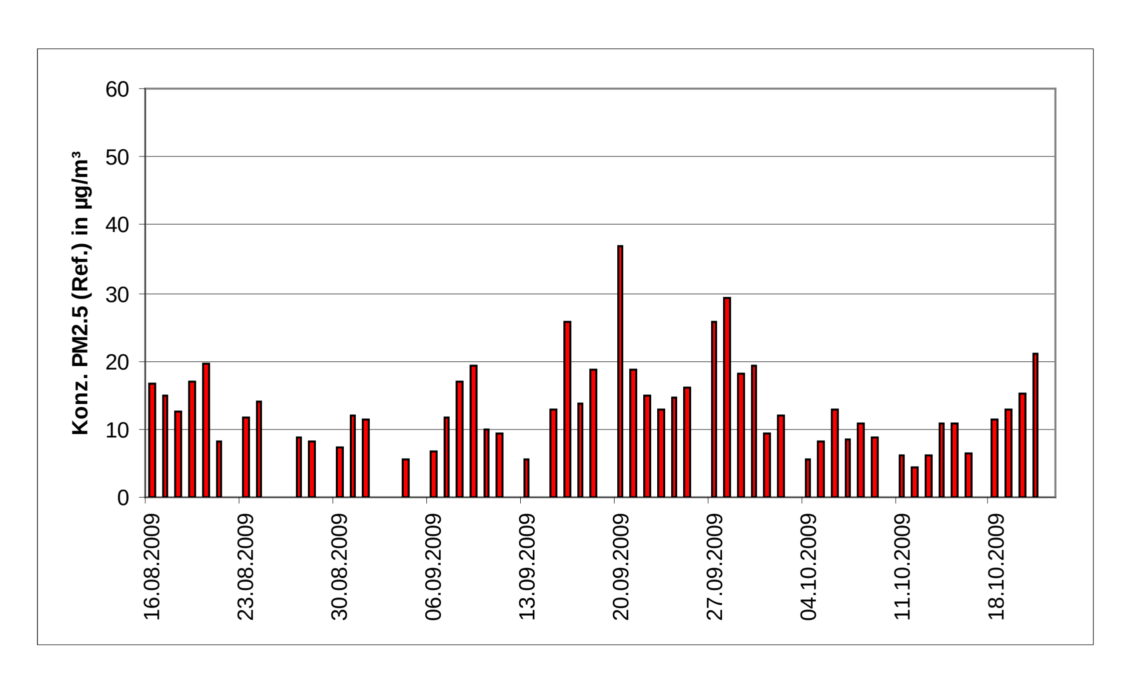


Abbildung 23: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer“

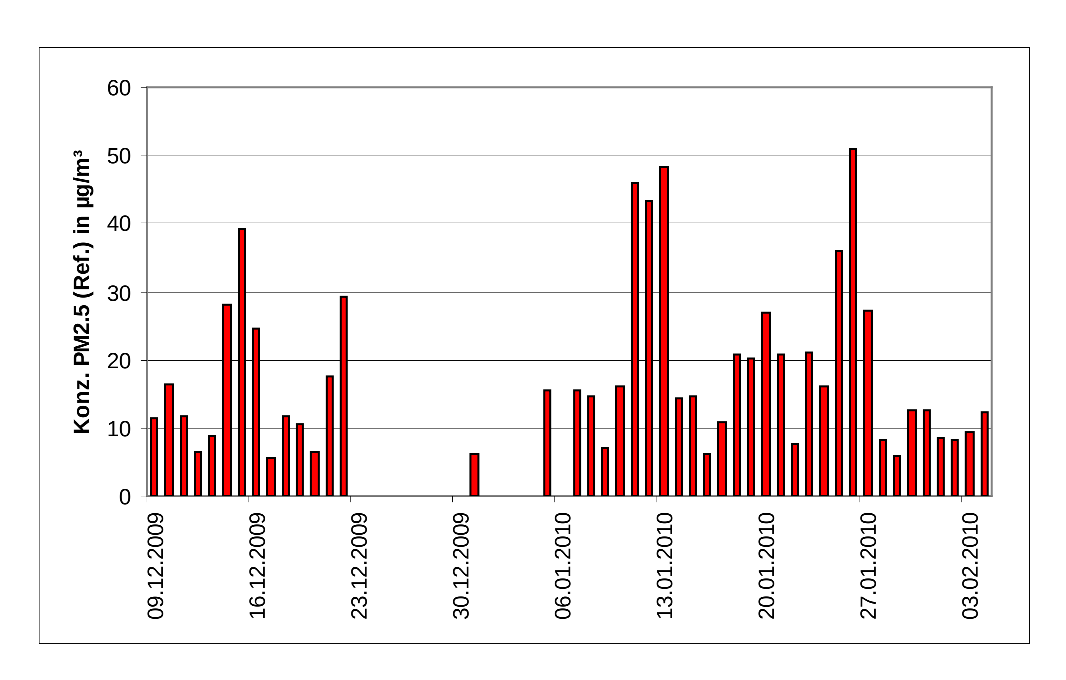


Abbildung 24: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“

Die folgenden Abbildungen zeigen den Messcontainer an den Feldteststandorten Teddington, Köln (Parkplatzgelände) sowie Bornheim (Autobahnparkplatz).



Abbildung 25: Feldteststandort Teddington



Abbildung 26: Feldteststandort Köln, Parkplatzgelände



Abbildung 27: Feldteststandort Bornheim, Autobahnparkplatz

Neben den Messgeräten zur Bestimmung der Schwebstaubimmissionen war eine Erfassungsanlage für meteorologische Kenndaten am Container/Messort angebracht. Es erfolgte eine kontinuierliche Erfassung von Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie Niederschlagsmenge. Es wurden 30-min-Mittelwerte gespeichert.

Der Aufbau des Containers selbst (nur Standorte in Köln) sowie die Anordnung der Probenahmesonden wurde durch die folgenden Abmessungen charakterisiert:

- Höhe Containerdach: 2,50 m
- Höhe der Probenahme für Test-/ 1,13 m / 0,51 m über Containerdach
- Referenzgerät 3,63 / 3,01 m über Grund
- Höhe der Windfahne: 4,5 m über Grund

Die nachfolgende Tabelle 4 enthält daher neben einem Überblick über die wichtigsten meteorologischen Kenngrößen, die während der Messungen an den 4 Feldteststandorten ermittelt wurden, auch einen Überblick über die Schwebstaubverhältnisse während des Prüfzeitraumes. Am Standort Teddington waren meteorologische Daten erst ab dem 17.09.2008 verfügbar. Alle Einzelwerte sind in den Anhängen 4 und 5 zu finden.

Tabelle 4: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, als Tagesmittelwerte

	Teddington (UK), Sommer*	Köln, Parkplatzgelände Winter	Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer	Teddington (UK), Winter
Anzahl Wertepaare Referenz	81	75	58	45
Anteil PM2,5 an PM10 [%]				
Bereich	22,3 – 83,2	42,4 – 92,9	40,3 – 81,8	41,6 – 90,6
Mittelwert	53,9	73,8	60,5	70,3
Lufttemperatur [°C]				
Bereich	4,2 – 15,4	-14 – 17,8	3,3 – 25,3	-3,7 – 9,8
Mittelwert	11,2	3,9	15,4	2,7
Luftdruck [hPa]				
Bereich	984 – 1016	971 – 1030	995 – 1022	984 – 1037
Mittelwert	1000	1008	1010	1008
Rel. Luftfeuchte [%]				
Bereich	64 – 95	48 – 85	44 – 82	77 – 98
Mittelwert	81,4	71,4	68,1	89,6
Windgeschwindigkeit [m/s]				
Bereich	0,0 – 1,8	0,0 – 6,9	0,0 – 4,4	0,0 – 2,4
Mittelwert	0,5	2,0	0,4	0,6
Niederschlagsmenge [mm]				
Bereich	nicht verfügbar	0,0 – 26,9	0,0 – 20,0	0,0 – 11,7
Mittelwert		2,5	1,9	1,8

* Wetterdaten erst ab 17.09.2008 verfügbar



Dauer der Probenahmen

DIN EN 14907 legt die Probenahmedauer auf 24 h ±1 h fest.

Während im Feldtest immer eine Probenahmezeit von 24 h für alle Geräte eingestellt wurde (von 10:00 – 10:00 (Teddington und Köln) und von 7:00 – 7:00 (Bornheim)), wurde die Probenahmezeit bei einigen Untersuchungen im Labor reduziert, um eine größere Anzahl an Messwerten zu erhalten.

Handhabung der Daten

Die ermittelten Messwertpaare der Referenzwerte aus den Felduntersuchungen wurden vor den jeweiligen Auswertungen für jeden Standort einem statistischen Ausreißertest nach Grubbs (99 %) unterzogen, um Auswirkungen von offensichtlich unplausiblen Daten auf das Messergebnis vorzubeugen. Als signifikante Ausreißer erkannte Messwertpaare dürfen dabei solange aus dem Wertepool entfernt, bis der kritische Wert der Prüfgröße unterschritten wurde. Die Version des Leitfadens [4] vom Juli 2009 verlangt, dass nur 2,5 % der Datenpaare als Ausreißer ermittelt und entfernt werden dürfen.

Im Rahmen des „Combined MCERTS and TUV PM Equivalence Testing" Programms, wurde mit den englischen Projektpartnern vereinbart, dass für die Prüflinge prinzipiell keine Messwerte verworfen werden, es sei denn, es liegen begründbare technische Ursachen für unplausible Werte vor. Es wurden in der gesamten Prüfung keine Messwerte der Prüflinge verworfen.

Tabelle 5 zeigt eine Übersicht über die für jeden Einzelstandort als signifikante Ausreißer erkannte und entfernte Anzahl an Messwertpaaren (Referenz).

Tabelle 5: Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM2,5

Nummer	Standort	Sammler	Anzahl Datenpaare	Maximale Anzahl Werte, die gelöscht werden dürfen	Gefundene Anzahl	Gelöschte Anzahl	Anzahl der verbliebenen Datenpaare
A	Teddington (Sommer)	$PM_{2.5}$ Leckel	83	2	2	2	81
B	Köln (Winter)	$PM_{2.5}$ Leckel	77	2	3	2	75
C	Bornheim (Sommer)	$PM_{2.5}$ Leckel	60	2	2	2	58
D	Teddington (Winter)	$PM_{2.5}$ Leckel	46	1	2	1	45



Es wurden folgende Wertepaare entfernt:

Tabelle 6: Entfernte Wertepaare Referenz PM2,5 nach Grubbs

Standort	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]
Teddington, Sommer	24.07.2008	32,5	27,8
Teddington, Sommer	26.07.2008	16,1	13,8
Köln, Winter	20.01.2009	11,2	8,4
Köln, Winter	03.02.2009	34,0	37,4
Bornheim, Sommer	25.08.2009	13,8	20,3
Bornheim, Sommer	22.10.2009	27,0	24,3
Teddington, Winter	06.01.2010	13,5	16,0

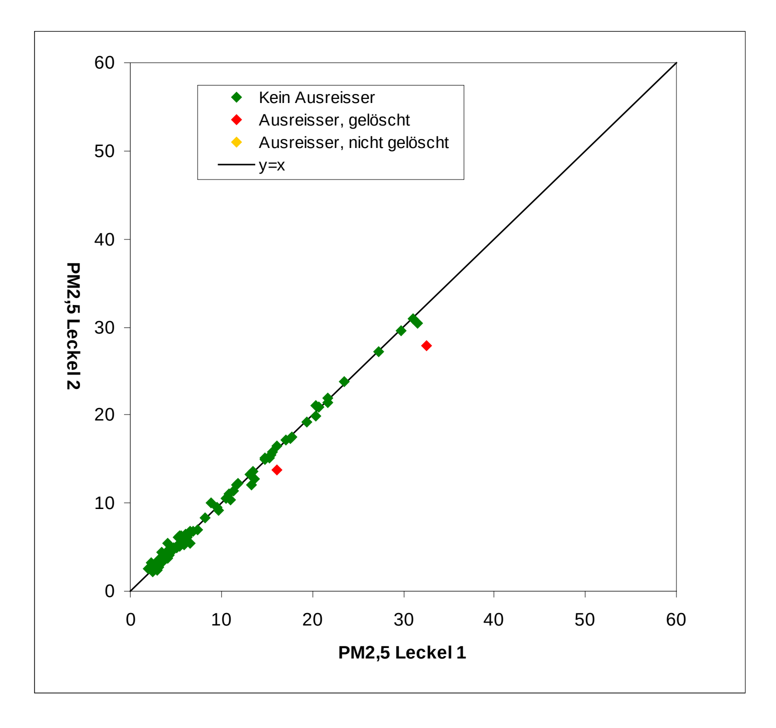


Abbildung 28: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Teddington (Sommer)



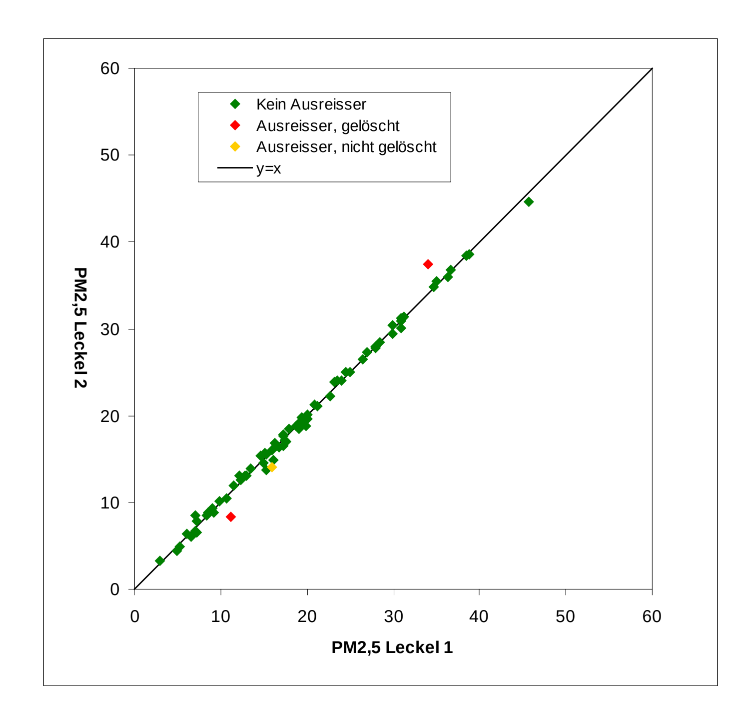


Abbildung 29: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Köln (Winter)

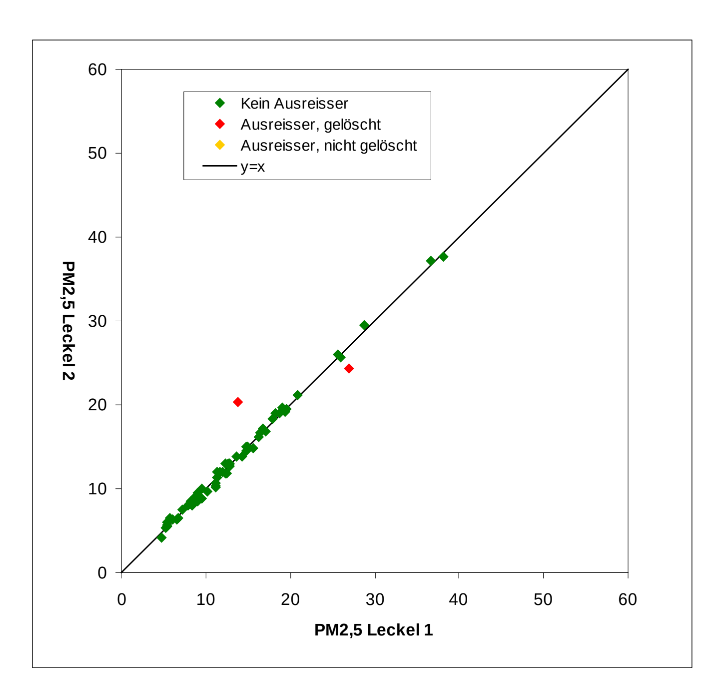


Abbildung 30: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Bornheim (Sommer)

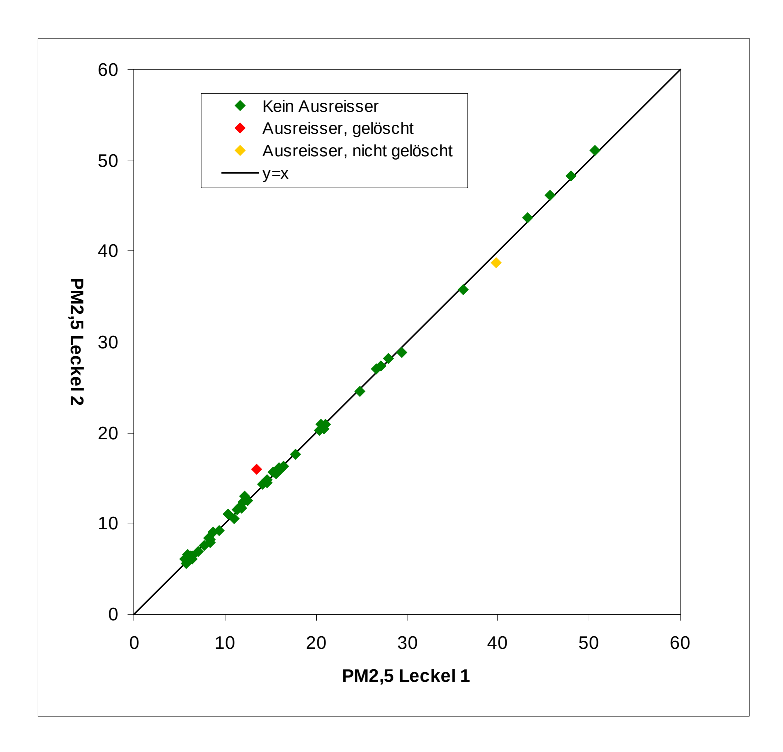


Abbildung 31: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Teddington (Winter)

Filterhandling - Massenbestimmung

Folgende Filter wurden in der Eignungsprüfung verwendet:

Tabelle 7: Eingesetzte Filtermaterialien

Messgerät	Filtermaterial, Typ	Hersteller
Referenzgeräte LVS3	Emfab™, ∅ 47 mm	Pall

Im Rahmen des Testprogramms „Combined MCERTS and TUV PM Equivalence Testing Programme“ wurde auf ausdrücklichen Wunsch der britischen Projektpartner das Filtermaterial Emfab™ (teflonbeschichtete Glasfaserfilter) eingesetzt, da der britische Partner laut [8] dieses Filtermaterial als das für die Messaufgabe am Besten geeignete betrachtet.

Die Behandlung der Filter entspricht den Anforderungen der DIN EN 14907.

Die Verfahren zur Behandlung der Filter und zur Wägung sind im Detail im Anhang 2 zu diesem Bericht beschrieben.

5 Referenzmessverfahren

Im Rahmen des Feldtestes wurden gemäß der DIN EN 14907 folgende Geräte eingesetzt:

1. als Referenzgerät: Kleinfiltergerät Low Volume Sampler LVS3
Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin, Deutschland
Herstelldatum: 2007
PM2,5-Probenahmekopf

Während der Prüfung wurden parallel zwei Referenzgeräte mit einem geregelten Durchsatz von 2,3 m³/h betrieben. Die Volumenstromregelgenauigkeit beträgt unter realen Einsatzbedingungen < 1 % des Nennvolumenstroms.

Die Probenahmeluft beim Kleinfiltergerät LVS3 wird von der Drehschieber-Vakuumpumpe über den Probenahmekopf gesaugt, der Probeluft-Volumenstrom wird hierbei zwischen Filter und Vakuumpumpe mit einer Messblende gemessen. Die angesaugte Luft strömt von der Pumpe aus über einen Abscheider für den Abrieb der Drehschieber zum Luftauslass.

Nach beendeter Probenahme zeigt die Messelektronik das angesaugte Probeluftvolumen in Norm- oder Betriebs-m³ an.

Die PM2,5 Konzentration wurde ermittelt, in dem die im Labor gravimetrisch bestimmte Schwebstaubmenge auf dem jeweiligen Filter durch das zugehörige durchgesetzte Probeluftvolumen in Betriebs-m³ dividiert wurde.

6 Prüfergebnisse

6.1 4.1.1 Messwertanzeige

Die Messeinrichtung muss eine Messwertanzeige besitzen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde überprüft, ob die Messeinrichtung eine Messwertanzeige besitzt.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige. Der jeweilige Konzentrationsmesswert aus dem letzten Messzyklus kann in verschiedenen Fenstern der Benutzeranzeige angezeigt werden.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Abbildung 32 zeigt die Benutzeranzeige mit dem Konzentrationsmesswert aus dem letzten Messzyklus.

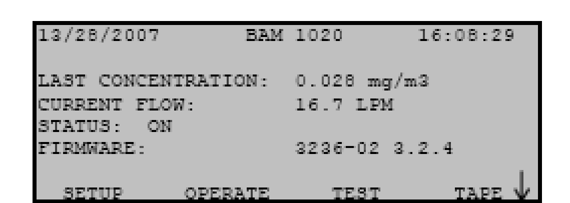


Abbildung 32: Messanzeige Konzentrationsmesswert aus letztem Messzyklus



6.1 4.1.2 Wartungsfreundlichkeit

Die notwendigen Wartungsarbeiten an der Messeinrichtung sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die notwendigen regelmäßigen Wartungsarbeiten wurden nach den Anweisungen der Betriebsanleitung ausgeführt.

6.4 Auswertung

Folgende Wartungsarbeiten sind vom Benutzer durchzuführen:

1. Überprüfung des Gerätestatus
   Der Gerätestatus kann durch Kontrolle der Messeinrichtung selbst oder auch on-line überwacht und kontrolliert werden.
2. Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind (in der Eignungsprüfung alle 4 Wochen).
3. Monatliche Reinigung des Gerätes. Dies beinhaltet auch die Reinigung des Bereichs der Eintrittsdüse über dem Filterband. In jedem Fall ist die Messeinrichtung nach jedem Messeinsatz zu reinigen.
4. Kontrolle des Filterbandvorrates – ein 21 m-Filterband reicht dabei für ca. 60 Tage bei einem Messzyklus von 60 min. Es wird empfohlen, eine routinemäßige Überprüfung des Filterbandvorrates bei jedem Besuch der Messstelle vorzunehmen.
5. Eine Überprüfung der Dichtigkeit sowie der Durchflussrate soll gemäß den Angaben des Herstellers alle 4 Wochen erfolgen. Weiterhin empfiehlt sich in diesem Zusammenhang eine Plausibilitätskontrolle der Umgebungstemperatur- und Luftdruckmessung. Die Arbeiten können zusammen mit den Arbeiten gemäß Punkt 4 durchgeführt werden.
6. Austausch des Filterbandes nach ca. 2 Monaten (Messzyklus: 60 min). Nach dem Austausch sollte in jedem Fall ein Geräteselbsttest gemäß Kapitel 3.5 des Handbuchs durchgeführt werden
7. Die Kalibrierung der Durchflussrate soll gemäß den Angaben des Herstellers alle 2 Monate erfolgen.
8. Der Abluftschalldämpfer an der Pumpe sollte halbjährlich getauscht werden.
9. Die Sensoren für die Umgebungstemperatur, Luftdruck, Filter-Temperatur und Filter-rH sind alle 6 Monate gemäß Bedienungshandbuch zu überprüfen.
10. Der Flowcontroller, die Pumpe und die Probenahmeheizung sind alle 6 Monate gemäß Bedienungshandbuch zu überprüfen.
11. Jährlich sollte ein 72-stündiger BKGD-Test mit Hilfe des Nullfilter-Kits BX-302 gemäß Handbuch Punkt 7.7 durchgeführt werden.
12. Einmal im Jahr sind zusätzlich im Rahmen einer jährlichen Grundwartung die Kohleschieber der Vakuumpumpe (nur Drehschieberpumpe) zu kontrollieren und ggf. auszutauschen.
13. Während der jährlichen Grundwartung ist auch auf die Reinigung des Probenahmerohres zu achten.

Zur Durchführung der Wartungsarbeiten sind die Anweisungen im Handbuch zu beachten. Alle Arbeiten lassen sich grundsätzlich mit üblichen Werkzeugen durchführen.

Es wird grundsätzlich empfohlen nach jeder Tätigkeit, die den Messbetrieb unterbricht, den Selbsttest des Systems gemäß Kapitel 3.5 des Bedienungshandbuchs durchzuführen.

6.5 Bewertung

Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar. Die Arbeiten ab Punkt 6 sind nur bei einem Stillstand des Gerätes durchzuführen. Diese Arbeiten fallen in einem 2-monatigen Intervall sowie halbjährlich bzw. jährlich an. In der restlichen Zeit kann sich die Wartung im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränken.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Arbeiten an den Geräten wurden während der Prüfung auf Basis der in den Handbüchern beschriebenen Arbeiten und Arbeitsabläufe durchgeführt. Bei Einhaltung der dort beschriebenen Vorgehensweise konnten keine Schwierigkeiten beobachtet werden. Alle Wartungsarbeiten ließen sich bisher problemlos mit herkömmlichen Werkzeugen durchführen.

6.1 4.1.3 Funktionskontrolle

Soweit zum Betrieb oder zur Funktionskontrolle der Messeinrichtung spezielle Einrichtungen erforderlich sind, sind diese als zum Gerät gehörig zu betrachten und bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und mit in die Bewertung aufzunehmen.
Zur Messeinrichtung gehörende Prüfgaserzeugungssysteme müssen der Messeinrichtung ihre Betriebsbereitschaft über ein Statussignal anzeigen und über die Messeinrichtung direkt sowie auch telemetrisch angesteuert werden können.
Die Unsicherheit der zur Messeinrichtung gehörenden Prüfgaserzeugungseinrichtung darf in drei Monaten 1 % vom Bezugswert B_2 nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bedienungshandbuch, Nullfilter-Kit BX-802, eingebaute Referenzfolie.

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur geräteinternen Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung wird auf die bei jedem Messzyklus auf einem sauberen Filterbandfleck ermittelten Zählraten I_1 bzw. I_{1X} zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Der Nullpunkt der radiometrischen Messung wird dabei nach folgender Formel ermittelt:

$$C_0[mg/m^3] = \frac{A}{Q} * \frac{K}{mu2} * \ln\left(\frac{I_1}{I_{1X}}\right)$$

mit

C_0	Partikel-Massenkonzentration am NP	A	Sammelfläche für Partikel (Filterfleck)
Q	Probenahmedurchflussrate	K, mu2	Koeffizienten Betamessung
I_1	Betazählrate am Anfang	I_{1X}	Betazählrate am Ende

Zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung wird auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massedichte m [µg/cm²] der Referenzfolie berechnet. Der Wert wird kontinuierlich mit dem im Werk ermittelten Sollwert ABS verglichen und im Falle einer Abweichung vom Soll von >5 % eine Fehlermeldung generiert.

Das Gerät bietet somit die Möglichkeit, den Nullpunkt sowie den Referenzwert für jeden Messzyklus (hier 1-mal pro Stunde) geräteintern zu ermitteln. Die erhaltenen stündlichen Werte am Nullpunkt und Referenzpunkt werden über die serielle Schnittstelle ausgegeben und stehen problemlos für eine Auswertung mit einem Tabellenkalkulationsprogramm zur Verfügung. Im Rahmen der Prüfung wurden Ergebnisse der internen Tests zu geeigneten Mittelwerten verdichtet und ausgewertet (z.B. 24-h-Mittel für Driftuntersuchungen).

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, den Nullpunkt der Messeinrichtung auch extern zu überprüfen. Hierzu wird ein Nullfilter (BX-302 Zero Filter Calibration Kit) am Geräteinlass montiert. Der Einsatz dieses Filters ermöglicht die Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft.

Neben der externen Nullpunktsüberprüfung der Messeinrichtung wird diese Prozedur zur regelmäßigen Bestimmung des Backgroundwertes BKGD (Korrekturoffset für die Konzentrationswerte) gemäß Handbuch Kapitel 7.7 herangezogen.

Im Rahmen der Prüfung wurde ca. alle 4 Wochen eine Bestimmung des Nullpunktes auch mit Hilfe des Nullfilters durchgeführt.

6.4 Auswertung

Alle im Bedienungshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen sind vorhanden oder aktivierbar. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und über eine Reihe von verschiedenen Statusmeldungen (Betriebs-, Warn- und Fehlerstatus) angezeigt.

Die Messeinrichtung führt bei jedem Messzyklus standardmäßig eine interne Überprüfung des Nullpunktes (Leermessung) sowie der Empfindlichkeit (Messung mit Referenzfolie) durch. Es ist zu beachten, dass durch Einsatz der Referenzfolie nur die Massendichte bestimmt werden kann. Ein direkter Vergleich mit den Bezugswerten ist daher nicht möglich. Zu Auswertezwecken wurden die prozentualen Änderungen der bestimmten Massendichten errechnet.

Eine externe Überprüfung des Nullpunktes ist mit Hilfe des Nullfilters (BX-302 Zero Filter Calibration Kit) ebenfalls jederzeit möglich.

6.5 Bewertung

Alle im Bedienungshandbuch beschriebenen Gerätefunktionen sind vorhanden, aktivierbar und funktionieren. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und über eine Reihe von verschiedenen Statusmeldungen (Betriebs-, Warn- und Fehlerstatus) angezeigt.

Die Ergebnisse der geräteinternen Überprüfungen des Nullpunkts und der radiometrischen Messung sowie der externen Nullpunktsüberprüfungen mit Nullfilter über die Dauer der Felduntersuchungen sind im Kapitel 6.1 5.2.9 Nullpunktsdrift sind im Kapitel 6.1 5.2.10 Drift des Messwertes in diesem Bericht dargestellt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe unter den Punkten:
6.1 5.2.9 Nullpunktsdrift und
6.1 5.2.10 Drift des Messwertes

6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten

Die Rüst- und Einlaufzeiten der Messeinrichtung sind in der Betriebsanleitung anzugeben.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung dieser Mindestanforderung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messinstrumente wurden nach den Beschreibungen des Geräteherstellers in Betrieb genommen. Die erforderlichen Zeiten für Rüst- und Einlaufzeit wurden getrennt erfasst.

Erforderliche bauliche Maßnahmen im Vorfeld der Installation, wie z. B. die Einrichtung eines Durchbruchs im Containerdach, wurden hier nicht bewertet.

6.4 Auswertung

Die Rüstzeit umfasst den Zeitbedarf für den Aufbau der Messeinrichtung bis zur Inbetriebnahme.

Das Messsystem muss witterungsunabhängig installiert werden, z. B. in einem klimatisierten Messcontainer. Zudem erfordert die Durchführung des Ansaugrohres durch das Dach umfangreichere bauliche Maßnahmen am Messort. Ein ortsveränderlicher Einsatz wird daher nur zusammen mit der zugehörigen Peripherie angenommen.

Folgende Schritte zum Aufbau der Messeinrichtung sind grundsätzlich erforderlich:

- Entpacken und Aufstellung der Messeinrichtung (in Rack oder auf Tisch)
- Anschluss Probenahmerohr + PM 10-Probenahmekopf + PM2,5- Zyklon SCC
- Installation der Probenahmeheizung
- Anschluss der Pumpe
- Umgebungstemperatursensor + Strahlungsschutzschild montieren (in die Nähe des Probenahmekopfes)
- Anschluss aller Verbindungs-, Steuerungsleitungen
- Anschluss der Energieversorgung
- Einschalten der Messeinrichtung
- Filterband einlegen
- Durchführung Selbsttest gemäß Bedienungshandbuch Punkt 3.5
- Überprüfung der Dichtigkeit und der Durchflussrate
- optional Anschluss von peripheren Erfassungs- und Steuerungssystemen (Datalogger, PC mit Hyperterminal) an die entsprechenden Schnittstellen

Die Durchführung dieser Arbeiten und damit die Rüstzeit beträgt 1 bis 2 Stunden.

Die Einlaufzeit umfasst den Zeitbedarf von der Inbetriebnahme der Messeinrichtung bis zur Messbereitschaft.

Nach dem Einschalten des Systems und erfolgreich durchgeführtem Selbsttest befindet sich die Messeinrichtung bis zum Erreichen der nächsten vollen Stunde in einer Warteposition. Bei Erreichen der vollen Stunde beginnt der nächste Messzyklus wie unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung beschrieben. Die Probenahme startet entsprechend der ein-

gestellten Messzeit für die Radiometrie (in der Eignungsprüfung 8 min) unmittelbar nach der radiometrischen Messung I_0 (Leerwert Filterfleck für Probenahme).

Falls erforderlich, können etwaige Änderungen der Grundparametrierungen der Messeinrichtungen ebenfalls in wenigen Minuten durch mit den Geräten vertrautes Personal durchgeführt werden.

6.5 Bewertung

Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.

Die Messeinrichtung kann, bei überschaubarem Aufwand, an unterschiedlichen Messstellen betrieben werden. Die Rüstzeit beträgt ca. 1 bis 2 Stunden und die Einlaufzeit maximal die Zeit eines kompletten Messzyklus (hier: 60 min).

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 4.1.5 Bauart

Die Betriebsanleitung muss Angaben des Herstellers zur Bauart der Messeinrichtung enthalten. Im Wesentlichen sind dies:
Bauform (z. B. Tischgerät, Einbaugerät, freie Aufstellung)
Einbaulage (z. B. horizontaler oder vertikaler Einbau)
Sicherheitsanforderungen
Abmessungen
Gewicht
Energiebedarf.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung wird eine Messeinrichtung zur Erfassung des Energieverbrauchs und eine Waage eingesetzt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Der Aufbau der übergebenen Geräte wurde mit der Beschreibung in den Handbüchern verglichen. Der angegebene Energieverbrauch wird über 24 h im Normalbetrieb an 3 Tagen während des Feldtests bestimmt.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung muss in horizontaler Einbaulage witterungsunabhängig installiert werden. Hierbei sollte die Einrichtung auf einer ebenen Fläche (z. B. Tisch) aufgestellt werden. Der Einbau in ein 19“ Rack ist ebenfalls gut möglich.

Die Abmessungen und Gewichte der Messeinrichtung stimmen mit den Angaben aus dem Bedienungshandbuch überein.

Der Energiebedarf der Messeinrichtung mit der eingesetzten Pumpe wird vom Hersteller mit maximal ca. 370 W angegeben. In 3 jeweils 24stündigen Tests wurde der Gesamtenergiebedarf der Messeinrichtung ermittelt. Zu keinem Zeitpunkt wurde bei diesen Untersuchungen der angegebene Wert überschritten. Der durchschnittliche Gesamtenergieverbrauch während der Untersuchung für einen Messzyklus von 60 min (42 min Probenahme) lag bei ca. 150 W.

6.5 Bewertung

Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 4.1.6 Unbefugtes Verstellen

Die Justierung der Messeinrichtung muss gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen gesichert werden können.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt über die frontseitige Bedientastatur oder über die RS232-Schnittstellen und Modem von einem externen Rechner aus. Das Menü „Setup“ ist bis auf den Unterpunkt Zeiteinstellung komplett über ein Passwort gesichert. Eine Veränderung der eingestellten Parameter ist ohne Kenntnis des Passwortes nicht möglich.

Eine Justierung der Sensoren für die Umgebungstemperatur, Luftdruck sowie die Durchflussmessung im Menü „Test/Flow“ sowie der Sensoren zur Regelung der Probenahmeheizung im Menü „Test/Heater“ ist nur über mehrere Tastenfolgen möglich.

Es ist allerdings zu beachten, dass der laufende Messzyklus bei Betätigung der Tasten „Setup“, „Test“ oder „Tape“ unterbrochen wird und der nächste Messzyklus erst mit der folgenden vollen Stunde beginnt.

Da eine Aufstellung des Messgerätes im Freien nicht möglich ist, erfolgt ein zusätzlicher Schutz durch die Aufstellung an Orten, zu denen Unbefugte keinen Zutritt haben (z. B. verschlossener Messcontainer).

6.4 Auswertung

Unbeabsichtigtes Verstellen von Geräteparametern wird durch den Passwortschutz des Menüs „Setup“ verhindert. Die Justierung von Sensoren für die Durchflussmessung und den Betrieb der Probenahmeheizung kann nur über mehrere Tastenfolgen erfolgen. Ferner ergibt sich ein zusätzlicher Schutz vor unbefugtem Eingriff durch die Installation in einem verschlossenen Messcontainer.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern gesichert. Die Messeinrichtung ist darüber hinaus in einem Messcontainer zu verschließen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 4.1.7 Messsignalausgang

Die Messsignale müssen digital (z. B. RS 232) und/oder analog (z. B. 4 mA bis 20 mA) angeboten werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

PC mit Software „HyperTerminal“, Datenlogger Yokogawa (für Analogsignal)

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte unter Verwendung einer elektronischen Datenerfassungsanlage vom Typ Yokogawa (Analogausgang, nur Test im Labor) und einem PC mit Software „HyperTerminal“ (Digitalausgang, serielle Schnittstellen RS 232 #1 & #2).

Die Datenerfassungsanlagen wurden an Analog- sowie Digitalausgang angeschlossen. Die Prüfung erfolgte durch Vergleich der Messwerte aus Geräteanzeige, Analog- und Digitalausgang im Labor.

6.4 Auswertung

Die Messsignale werden auf der Geräterückseite folgendermaßen angeboten:

Analog: 0-1 bzw. 10 V bzw. 0 -16 mA / 4 -20 mA Konzentrationsbereich wählbar

Digital: über 2xRS 232-Schnittstelle – über die direkte oder mit einem Modem hergestellte Verbindung zu einem Rechner, lässt sich das Gerät komplett steuern – so lässt sich z. B. der Speicher mit allen Daten zu vergangenen Messungen auslesen (Serielle Schnittstelle #1).

Die ermittelten Messwerte wurden sowohl analog wie auch digital in Übereinstimmung zum angezeigten Wert im Gerätespeicher ausgegeben.

6.5 Bewertung

Die Messsignale werden analog (0-1 bzw. 10 V oder 0 – 16 mA / 4 -20 mA) und digital (über RS 232) angeboten.

Der Anschluss von zusätzlichen Mess- und Peripheriegeräten ist über entsprechende Anschlüsse an den Geräten möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Abbildung 33 zeigt eine Ansicht der Geräterückseite mit den jeweiligen Messwertausgängen.



Abbildung 33: Ansicht Geräterückseite BAM-1020

6.1 4.2 Anforderungen an Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz

Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz müssen die Anforderungen an Messeinrichtungen für den stationären Einsatz auch im mobilen Einsatz erfüllen. Beim mobilen Einsatz von Messeinrichtungen, beispielsweise Messungen im fließenden Verkehr, zeitlich begrenzte Messungen an verschiedenen Orten oder Flugzeugmessungen, muss die ständige Betriebsbereitschaft sichergestellt sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung wurde im Rahmen des Feldtestes an mehreren Feldteststandorten getestet.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtungen wurden für einen festen Einbau in einer Messstation / einem Messcontainer konzipiert. Ein ortsveränderlicher Einsatz ist nur in Verbindung mit einem Messcontainer möglich.

Die ständige Betriebsbereitschaft für zeitlich begrenzte Messungen an verschiedenen Orten ist bei Beachtung der Aufstellungsbedingungen (Auswahl Messstelle, Infrastruktur) sichergestellt.

Für einen mobilen Einsatz sind neben den Aufstellungsbedingungen auch die Rüst- und Einlaufzeiten zu beachten.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung wurde im Rahmen des Feldtestes an mehreren verschiedenen Standorten betrieben; kann aber nicht in fahrenden Fahrzeugen eingesetzt werden.

Mindestanforderung erfüllt? nein

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 5.1 Allgemeines

Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Ergebnisse der Prüfungen werden mit den Angaben im Handbuch verglichen.

6.4 Auswertung

Die gefundenen Abweichungen zwischen dem ersten Handbuchsentwurf und der tatsächlichen Geräteausführung wurden behoben.

6.5 Bewertung

Differenzen zwischen Geräteausstattung und Handbüchern wurden nicht beobachtet.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Punkt 6.4 zu diesem Modul.

6.1 5.2.1 Messbereich

Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung muss größer oder gleich dem Bezugswert B_2 sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob der Messbereichsendwert der Messeinrichtung größer oder gleich dem Bezugswert B_2 ist.

6.4 Auswertung

An der Messeinrichtung können die folgenden Messbereiche eingestellt werden: 0 – 0,100, 0 – 0,200, 0 – 0,250, 0 – 0,500, 0 – 1,000, 0 – 2,000, 0 – 5,000 sowie 0 – 10,000 mg/m³.

Während der Eignungsprüfung war der Messbereich 0 – 1,000 mg/m³ = 0 – 1.000 µg/m³ eingestellt.

Messbereich: 0 – 1.000 µg/m³ (Standard)

Bezugswert: VDI: B_2 = 200 µg/m³.

6.5 Bewertung

Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 1.000 µg/m³ eingestellt. Andere Messbereiche im Bereich zwischen minimal 0 – 100 µg/m³ und maximal 0 – 10.000 µg/m³ sind möglich.

Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung ist größer als der Bezugswert B_2

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 5.2.2 Negative Messsignale

Negative Messsignale bzw. Messwerte dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde im Labor- wie auch Feldtest geprüft, ob die Messeinrichtung auch negative Messwerte ausgeben kann.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung kann sowohl über Display wie auch über Analog- und Digitalausgänge negative Werte ausgeben.

6.5 Bewertung

Negative Messsignale werden von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge korrekt ausgegeben.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 5.2.3 Analysenfunktion

Der Zusammenhang zwischen dem Ausgangssignal und dem Wert des Luftbeschaffenheitsmerkmals muss mit Hilfe der Analysenfunktion darstellbar sein und durch Regressionsrechnung ermittelt werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

siehe Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6]

6.3 Durchführung der Prüfung

Für PM2,5-Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6] durchzuführen.

6.4 Auswertung

Die Vergleichbarkeit der Messeinrichtungen gemäß Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6] wurde im Rahmen der Prüfung nachgewiesen.

Zur Bestimmung der Kalibrier- bzw. Analysenfunktion wird auf den gesamten Datensatz (251 valide Wertepaare für SN 17010 und 253 valide Wertepaare für SN 17011) zurückgegriffen.

Die Kennwerte der Kalibrierfunktion

$$y = m * x + b$$

wurden durch orthogonale Regression ermittelt. Die Analysenfunktion ist die Umkehrung der Kalibrierfunktion. Sie lautet:

$$x = 1/m * y - b/m$$

Die Steigung m der Regressionsgeraden charakterisiert die Empfindlichkeit des Messgerätes, der Ordinatenabschnitt b den Nullpunkt.

Es ergeben sich die in Tabelle 8 aufgeführten Kennwerte.

Tabelle 8: Ergebnisse der Kalibrier- und Analysenfunktion

Geräte-Nr.	Kalibrierfunktion		Analysenfunktion	
	Y = m * x + b		x = 1/m * y - b/m	
	m	b	1/m	b/m
	µg/m³ / µg/m³	µg/m³	µg/m³ / µg/m³	µg/m³
SN 17010	0,969	0,989	1,032	1,021
SN 17011	1,041	0,377	0,961	0,362

6.5 Bewertung

Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Referenzmessverfahren und der Geräteanzeige konnte nachgewiesen werden.

Die Prüflinge erfüllen jedoch die Kriterien der Äquivalenzprüfung gemäß Punkt 7 dieses Berichtes ohne eine Anwendung der ermittelten Analysenfunktion mit den als Werkeinstellung in den Prüflingen implementierten Kalibrierfaktoren.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

siehe Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6]

6.1 5.2.4 Linearität

Die Linearität gilt als gesichert, wenn die Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion (nach Abschnitt 5.2.1) im Bereich von Null bis B_1 nicht mehr als 5 % von B_1 und im Bereich von Null bis B_2 nicht mehr als 1 % von B_2 beträgt.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

siehe Modul 5.3.1.

6.3 Durchführung der Prüfung

Für Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen.

6.4 Auswertung

Siehe Modul 5.3.1.

6.5 Bewertung

Für Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit der Probenahmesysteme“ durchzuführen.

Siehe Modul 5.3.1.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Modul 5.3.1.

6.1 5.2.5 Nachweisgrenze

Die Nachweisgrenze der Messeinrichtung darf den Bezugswert B_0 nicht überschreiten. Die Nachweisgrenze ist im Feldtest zu ermitteln.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nullfilter-Kit BX-302 zur Nullpunktsüberprüfung

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Bestimmung der Nachweisgrenze erfolgten bei den Testgeräten SN 17010 und SN 17011 durch den Betrieb der Messeinrichtung mit jeweils an beiden Messgeräteeinlässen installiertem Null-Filtern. Die Aufgabe von schwebstaubfreier Probenluft erfolgte über 15 Tage für die Dauer von jeweils 24 h. Die Ermittlung der Nachweisgrenze erfolgte im Labor, da unter Feldbedingungen eine Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft über den langen Zeitraum nicht möglich war.

6.4 Auswertung

Die Nachweisgrenze X wird aus der Standardabweichung s_{x0} der Messwerte bei Ansaugung von schwebstaubfreier Probenluft durch beide Testgeräte ermittelt. Sie entspricht der mit Studentfaktor multiplizierten Standardabweichung des Mittelwertes x_0 der Messwerte x_{0i} für das jeweilige Testgerät:

$$X = t_{n-1;0,95} \cdot s_{x0} \qquad \text{mit} \cdot s_{x0} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1,n} (x_{0i} - \overline{x_0})^2}$$

Bezugswert: $B_0 = 2$ µg/m³

6.5 Bewertung

Die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen zu 1,33 µg/m³ für Gerät 1 (SN 17010) und zu 1,09 µg/m³ für Gerät 2 (SN 17011).

Mindestanforderung erfüllt? ja



6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 9: Nachweisgrenze

		Gerät SN 17010	Gerät SN 17011
Anzahl der Werte n		15	15
Mittelwert der Leerwerte $\overline{x_0}$	µg/m³	-0,55	-1,09
Standardabweichung der Werte s_{x0}	µg/m³	0,62	0,51
Student-Faktor $t_{n-1;0,95}$		2,14	2,14
Nachweisgrenze X	µg/m³	**1,33**	**1,09**

Die Einzelmesswerte zur Bestimmung der Nachweisgrenze können der Anlage 1 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.2.6 Einstellzeit

Die Einstellzeit (90%-Zeit) der Messeinrichtung darf nicht mehr als 5 % der Mittelungszeit (180 s) betragen.

Gemäß VDI 4203 Blatt 3 unter Punkt 5.3 ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen mit Vorabscheidung mit physikalischer Messmethode nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur

Die Temperaturabhängigkeit des Nullpunkt-Messwertes darf bei einer Änderung der Umgebungstemperatur um 15 K im Bereich zwischen +5 °C und +20 °C bzw. 20 K im Bereich zwischen +20 °C und +40 °C den Bezugswert B_0 nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich +5 bis +40 °C, Nullfilter-Kit BX-802 zur Nullpunktsüberprüfung.

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur wurden die vollständigen Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben. Den beiden Testgeräten SN 17010 und SN 17011 wurde durch Montage von Null-Filtern an jeweils beiden Geräteeinlässen schwebstaubfreie Probenluft zugeführt. Die Umgebungstemperaturen in der Klimakammer wurden in der Reihenfolge 20 °C – 5 °C – 20 °C – 40 °C – 20 °C variiert. Nach einer Äquilibrierzeit von ca. 24 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte am Nullpunkt (pro Temperaturstufe 3 x). Die relative Feuchte wurde konstant gehalten.

6.4 Auswertung

Es wurden die Messwerte für die Konzentration der jeweils 24-stündigen Einzelmessungen ausgelesen und ausgewertet. Betrachtet wird die absolute Abweichung in µg/m³ pro Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt von 20 °C.

Bezugswert: B_0 = 2 µg/m³.

6.5 Bewertung

Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Nullpunkt von -1,6 µg/m³ festgestellt werden.

Für die Unsicherheitsberechung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurden -1,2 µg/m³ für SN 17010 und -1,6 µg/m³ für SN 17011 eingesetzt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 10: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m³, Mittelwert aus drei Messungen

Temperatur		Abweichung	
Anfangstemperatur	Endtemperatur	Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
°C	°C	µg/m³	µg/m³
20	5	0,3	1,0
5	20	-1,2	0,4
20	40	-1,0	-1,6
40	20	0,6	0,2

Die Ergebnisse der 3 Einzelmessungen können der Anlage 2 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.2.8 Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur

Die Temperaturabhängigkeit des Messwertes im Bereich des Bezugswertes B_1 darf nicht mehr als ± 5 % des Messwertes bei einer Änderung der Umgebungstemperatur um 15 K im Bereich zwischen +5 °C und +20 °C bzw. 20 K im Bereich zwischen +20 °C und +40 °C betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich +5 bis +40 °C, eingebaute Referenzfolie

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Messwerte von der Umgebungstemperatur wurden die Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben. Bei den Testgeräten SN 17010 und SN 17011 wurde zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massedichte m [µg/cm²] der Referenzfolie berechnet.

Die Umgebungstemperaturen in der Klimakammer wurden in der Reihenfolge 20 °C – 5 °C – – 20 °C – 40 °C – 20 °C in dreifacher Wiederholung variiert. Nach einer jeweiligen Äquilibrierzeit von ca. 6 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte. Die relative Feuchte wurde konstant gehalten.

6.4 Auswertung

Betrachtet wird die prozentuale Änderung des ermittelten Massenwertes (eingebaute Referenzfolie) für jeden Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt bei 20 °C.

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der eingebauten Referenzfolie nur Massendichtewerte und keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des B_1 (= 25 µg/m³) war aus diesem Grunde nicht möglich.

6.5 Bewertung

Es konnten für Gerät 1 (SN 17010) keine Abweichungen > 0,2 % und für Gerät 2 (SN 17011) keine Abweichungen > 0,3 % zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.

Für die Unsicherheitsberechung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurden 0,05 µg/m³ für SN 17010 (= 0,2 % von 25 µg/m³) und 0,08 µg/m³ für SN 17011 (= 0,3 % von 25 µg/m³) eingesetzt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 11: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (Radiometrie) von der Umgebungstemperatur SN 17010 / SN 17011, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen

Temperatur		Abweichungen	
		Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
Anfangstemperatur °C	Endtemperatur °C	eingebaute Referenzfolie %	eingebaute Referenzfolie %
20	5	0,0	0,0
5	20	0,0	0,1
20	40	0,2	0,3
40	20	0,0	0,0

Die Einzelergebnisse können der Anlage 2 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.2.9 Nullpunktsdrift

Die zeitliche Änderung des Nullpunkt-Messwertes darf in 24 h und im Wartungsintervall den Bezugswert B_0 nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nullfilter-Kit BX-302

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte im Rahmen des Feldtestes über einen Gesamtzeitraum von insgesamt ca. 20 Monaten.

Die Messeinrichtungen wurden deshalb im Rahmen eines regelmäßigen Checks ca. einmal pro Monat (inkl. zu Beginn und zum Ende jedes Standortes) mit Null-Filter an den Geräteeinlässen für einen Zeitraum jeweils mindestens 24 h betrieben und die gemessenen Nullwerte ausgewertet.

Die im Prüfkatalog geforderte tägliche Nullpunktskontrolle ist bei dieser Staubmesseinrichtung prinzipiell durch Auswertung der geräteinternen Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung möglich. Dabei werden die bei jedem Messzyklus auf einem sauberen Filterbandfleck ermittelten Zählraten I_1 bzw. I_{1X} ausgewertet (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Im Rahmen der Prüfung wurde auf die tägliche Auswertung des Gesamtdatensatzes aus Praktikabilitätsgründen (große Datenmenge) verzichtet. Exemplarisch erfolgte jedoch in Abbildung 36 und in Abbildung 37 eine grafische Darstellung der Ergebnisse für den Prüfling SN 17011 am Standort Köln (Winter).

Die Auswertung der internen Nullpunktmessung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs.

6.4 Auswertung

Die Auswertung erfolgt auf Basis der Messergebnisse der regelmäßigen externen sowie internen Nullpunktmessung durch Vergleich der jeweiligen Werte mit den jeweiligen „Messwerten" des vorherigen Tests und mit dem „Messwert" des ersten Tests.

6.5 Bewertung

Die gefundenen Messwerte liegen im Wartungsintervall alle innerhalb der erlaubten Grenzen von B_0 = 2 µg/m³.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Für die Unsicherheitsberechung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurden 1,8 µg/m³ für SN 17010 und 1,6 µg/m³ für SN 17011 eingesetzt.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 12 und Tabelle 13 enthalten die ermittelten Messwerte für den Nullpunkt und die errechneten Abweichungen bezogen auf den Vorgängerwert und bezogen auf den Startwert in µg/m³.
Abbildung 34 und Abbildung 35 zeigen eine grafische Darstellung der Nullpunktsdrift über den Untersuchungszeitraum.

Tabelle 12: Nullpunktdrift SN 17010, mit Nullfilter

Datum	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/m³	µg/m³	µg/m³
24.07.2008	1,4	-	-
18.08.2008	-0,8	-2,2	-2,2
23.09.2008	1,0	1,7	-0,4
16.10.2008	1,8	0,8	0,3
10.11.2008	-0,1	-1,8	-1,5
03.12.2008	-1,2	-1,2	-2,7
07.01.2009	0,4	1,6	-1,0
02.02.2009	-0,7	-1,1	-2,1
04.03.2009	-1,5	-0,8	-2,9
02.04.2009	0,2	1,7	-1,2
13/14.08.2009	0,1	-0,1	-1,3
14.09.2009	-0,1	-0,2	-1,5
23.10.2009	-0,1	0,0	-1,5
07.12.2009	0,9	1,0	-0,5
04.01.2010	0,4	-0,5	-1,0
05.02.2010	-0,3	-0,7	-1,7



Tabelle 13: Nullpunktdrift SN 17011, mit Nullfilter

Datum	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/m³	µg/m³	µg/m³
24.07.2008	-1,3	-	-
18.08.2008	-1,1	0,2	0,2
23.09.2008	-0,6	0,4	0,6
16.10.2008	-0,8	-0,1	0,5
10.11.2008	-0,2	0,6	1,1
03.12.2008	-0,3	-0,1	1,0
07.01.2009	0,7	0,9	1,9
02.02.2009	-0,4	-1,1	0,8
04.03.2009	-1,1	-0,7	0,2
02.04.2009	0,4	1,5	1,6
13/14.08.2009	-1,3	-1,6	0,0
14.09.2009	0,3	1,6	1,6
23.10.2009	-0,2	-0,6	1,0
07.12.2009	0,5	0,8	1,8
04.01.2010	0,8	0,3	2,1
05.02.2010	1,6	0,8	2,9

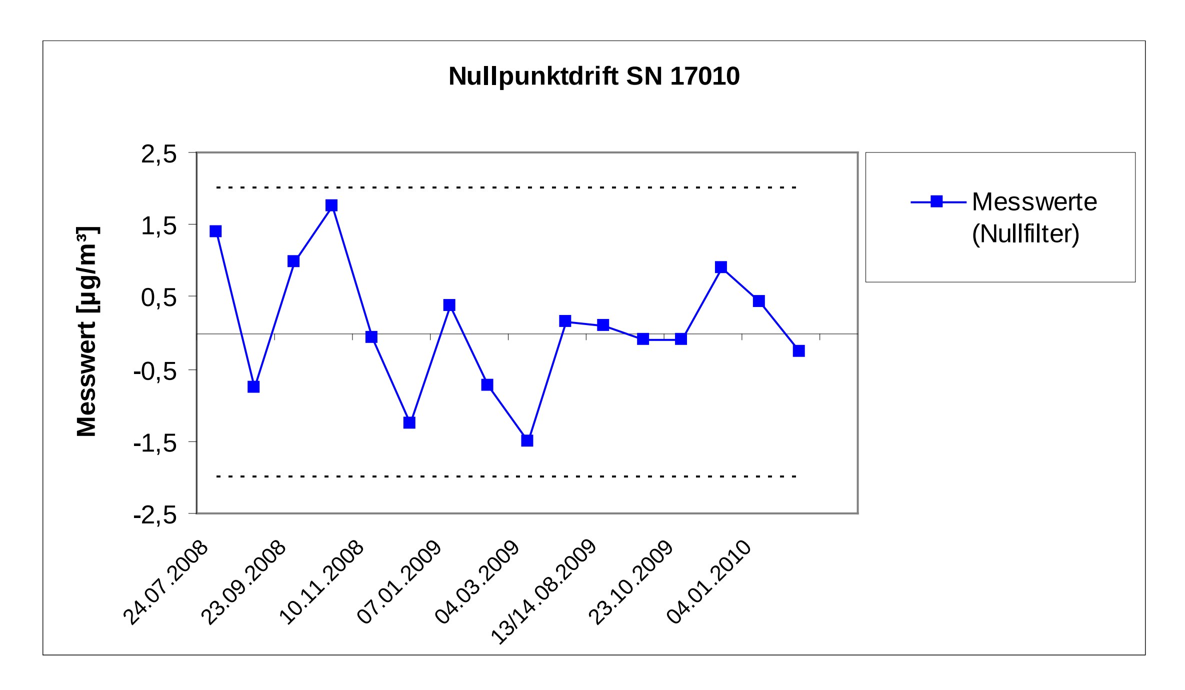


Abbildung 34: Nullpunktdrift SN 17010

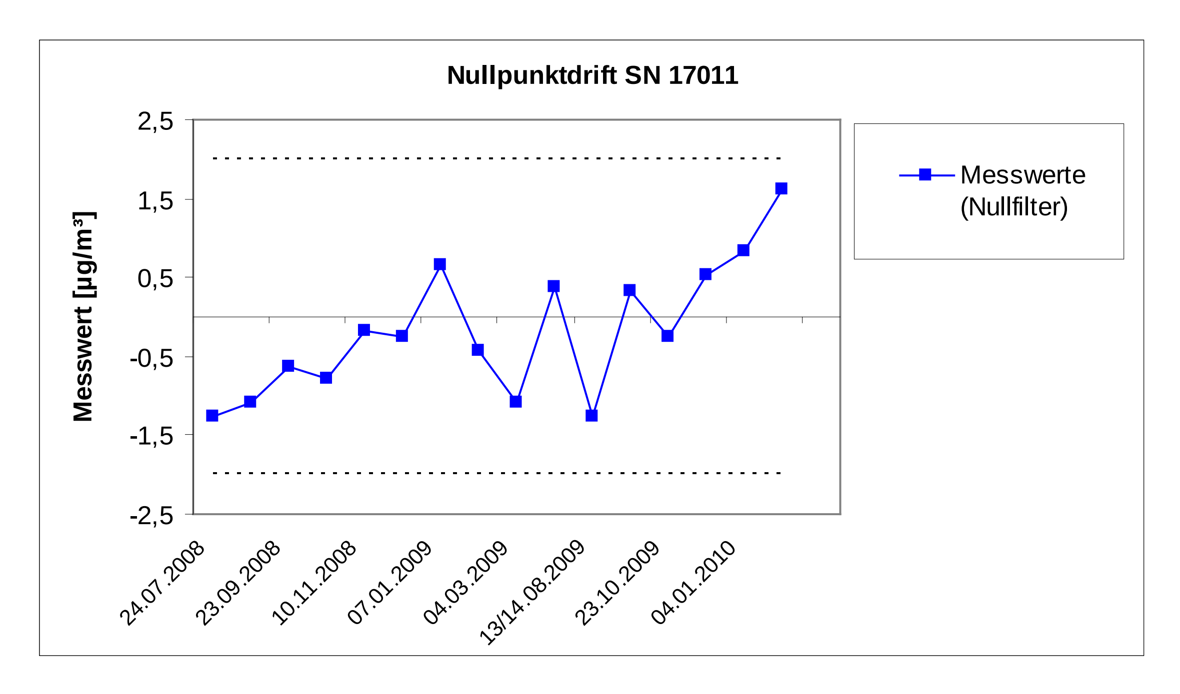


Abbildung 35: Nullpunktdrift SN 17011



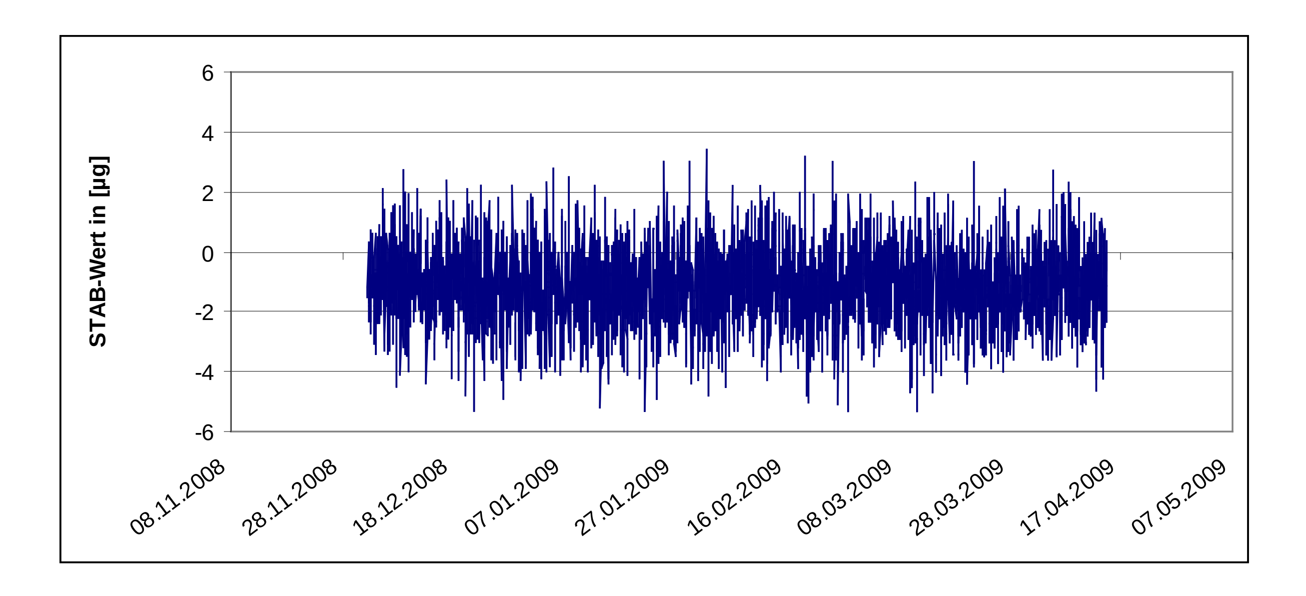


Abbildung 36: Interne Nullpunktskontrolle, SN 17011, Köln (Winter), Stabilitäts-Messwerte aus jedem Zyklus (1 x pro Stunde)

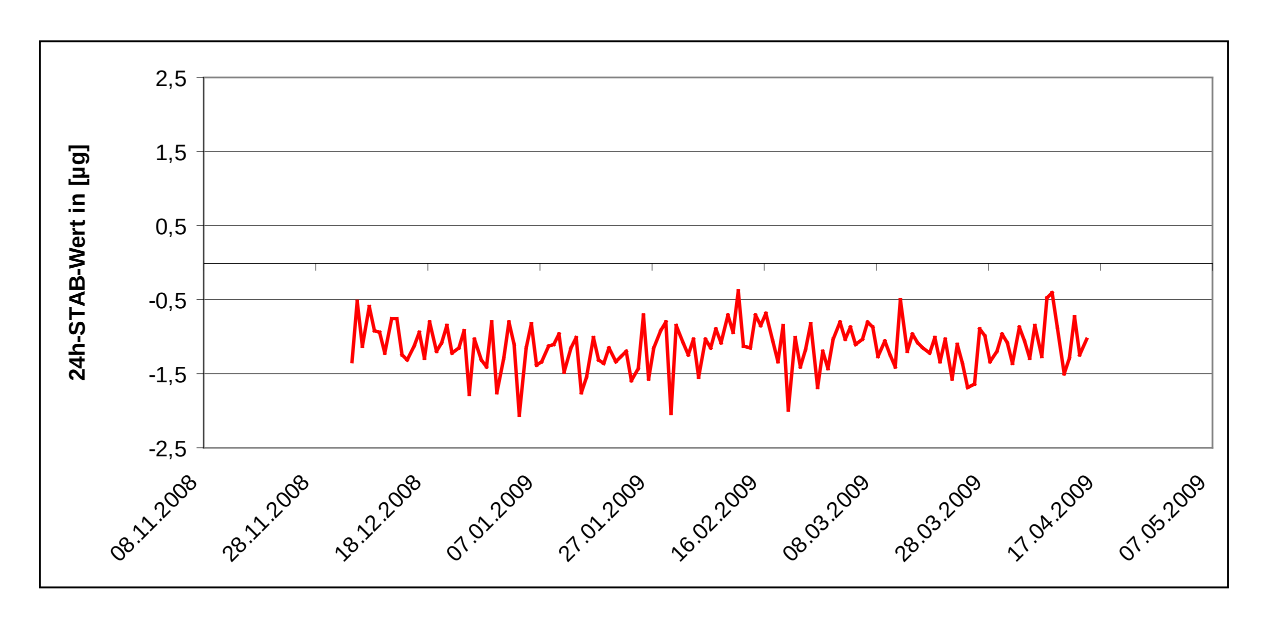


Abbildung 37: Interne Nullpunktskontrolle, SN 17011, Köln (Winter), 24h-Mittelwerte der Stabilitäts-Messwerte aus jedem Zyklus

6.1 5.2.10 Drift des Messwertes

Die zeitliche Änderung des Messwertes im Bereich des Bezugswertes B_1 darf in 24 Stunden und im Wartungsintervall ± 5 % von B_1 nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Eingebaute Referenzfolie.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte im Rahmen des Feldtestes über einen Gesamtzeitraum von insgesamt ca. 20 Monaten.

Die im Prüfkatalog geforderte tägliche Referenzpunktskontrolle ist bei dieser Staubmesseinrichtung prinzipiell durch Auswertung der geräteinternen Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit möglich. Dabei wird auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massendichte m [µg/cm²] der Referenzfolie berechnet.

Im Rahmen der Prüfung wurde auf die tägliche Auswertung des Gesamtdatensatzes aus Praktikabilitätsgründen (große Datenmenge) verzichtet. Exemplarisch erfolgte jedoch eine Auswertung und grafische Darstellung der Ergebnisse für die Zeiträume, während denen die Geräte parallel mit Nullfilter betrieben wurden (ca. 1 x pro Monat).

Die Auswertung der internen Referenzpunktmessung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs.

6.4 Auswertung

Die Auswertung erfolgt auf Basis der Messergebnisse der internen Referenzpunktmessung durch Vergleich der jeweiligen Werte mit den jeweiligen „Messwerten“ des vorherigen Tests und mit dem „Messwert“ des ersten Tests.

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der Referenzfolie nur Massenwerte und keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des B_1 (= 25 µg/m³) war aus diesem Grunde nicht möglich.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung führt während jedem Messzyklus eine regelmäßige geräteinterne Überprüfung der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung durch. Diese Überprüfung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs. Die im Rahmen der Untersuchung ermittelten Werte für die Drift der Empfindlichkeit betrugen im Wartungsintervall maximal 0,5 % (SN 17010) bzw. -0,5 % (SN 17011).

Für die Unsicherheitsberechung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurden 0,13 µg/m³ für SN 17010 (= 0,5 % von 25 µg/m³) und -0,13 µg/m³ für SN 17011 (= -0,5 % von 25 µg/m³) eingesetzt.

Mindestanforderung erfüllt? ja



6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 14 und Tabelle 15 sind die Abweichungen der Messwerte in % vom jeweiligen Vorgängerwert aufgeführt. Abbildung 38 und Abbildung 39 zeigen eine grafische Darstellung der Drift der Messwerte (bezogen auf den Vorgängerwert).

Tabelle 14: Empfindlichkeitsdrift SN 17010

Datum	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/cm²	%	%
24.07.2008	830,2	-	-
18.08.2008	828,6	-0,2	-0,2
23.09.2008	829,3	0,1	-0,1
16.10.2008	829,1	0,0	-0,1
10.11.2008	828,5	-0,1	-0,2
03.12.2008	829,7	0,1	0,0
07.01.2009	830,2	0,1	0,0
02.02.2009	828,5	-0,2	-0,2
04.03.2009	828,1	0,0	-0,2
02.04.2009	828,8	0,1	-0,2
13/14.08.2009	833,2	0,5	0,4
14.09.2009	833,7	0,1	0,4
23.10.2009	833,7	0,0	0,4
07.12.2009	833,9	0,0	0,4
04.01.2010	832,6	-0,2	0,3
05.02.2010	833,4	0,1	0,4



Tabelle 15: Empfindlichkeitsdrift SN 17011

Datum	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/cm²	%	%
24.07.2008	824,4	-	-
18.08.2008	826,4	0,2	0,2
23.09.2008	822,3	-0,5	-0,3
16.10.2008	822,1	0,0	-0,3
10.11.2008	822,3	0,0	-0,3
03.12.2008	822,2	0,0	-0,3
07.01.2009	823,2	0,1	-0,1
02.02.2009	822,1	-0,1	-0,3
04.03.2009	822,2	0,0	-0,3
02.04.2009	822,3	0,0	-0,3
13/14.08.2009	825,6	0,4	0,1
14.09.2009	829,4	0,5	0,6
23.10.2009	829,8	0,0	0,6
07.12.2009	828,7	-0,1	0,5
04.01.2010	828,8	0,0	0,5
05.02.2010	828,7	0,0	0,5

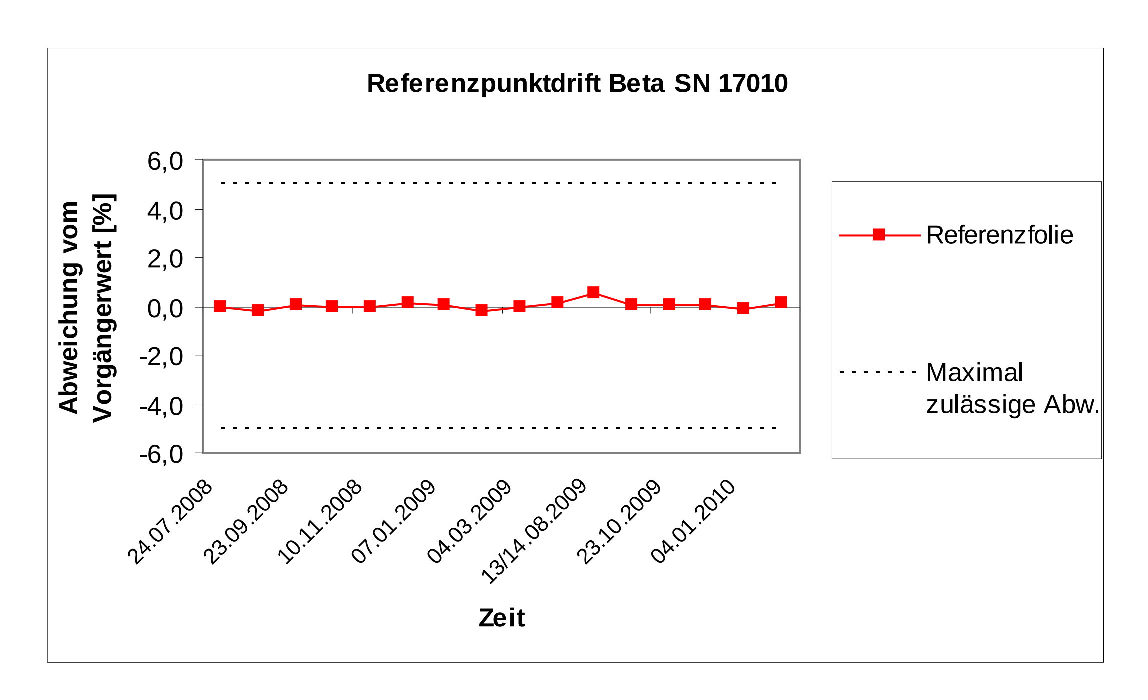


Abbildung 38: Drift des Messwertes SN 17010



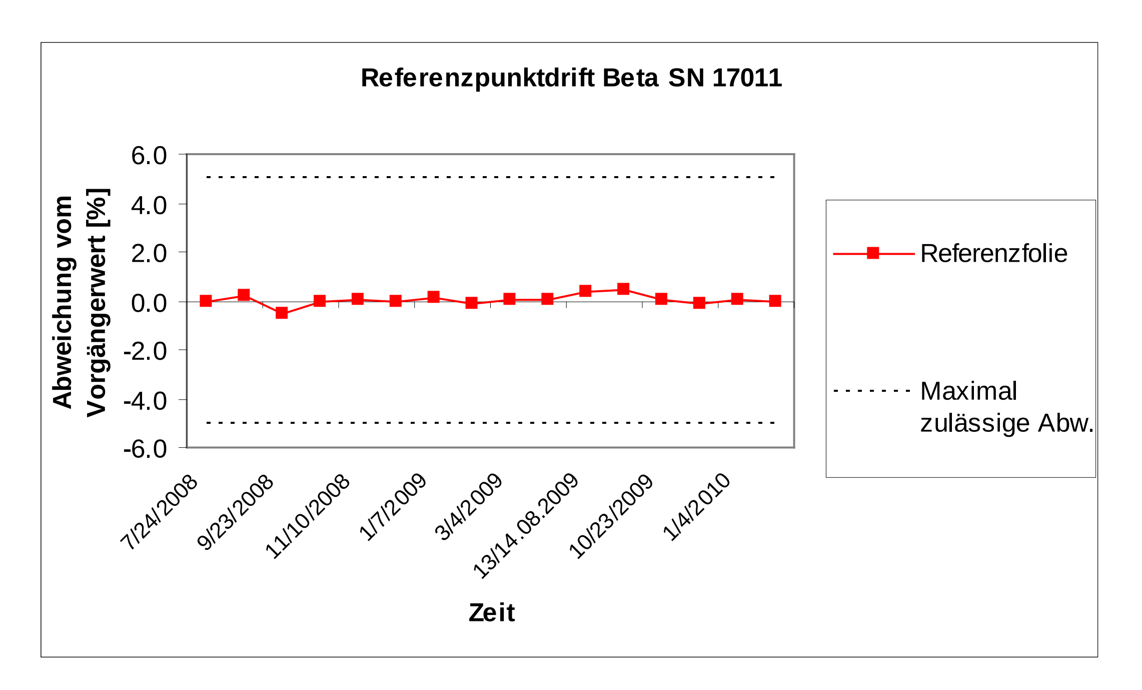


Abbildung 39: Drift des Messwertes SN 17011

6.1 5.2.11 Querempfindlichkeit

Die Absolutwerte der Summen der positiven bzw. negativen Abweichungen aufgrund von Störeinflüssen durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen dürfen im Bereich des Nullpunktes nicht mehr als B_0 und im Bereich von B_2 nicht mehr als 3 % von B_2 betragen. Die Konzentration des Begleitstoffes wird im Bereich des jeweiligen B_2-Wertes des Begleitstoffes eingesetzt. Sind keine entsprechenden Bezugswerte bekannt, so ist ein geeigneter Bezugswert durch das Prüfinstitut im Einvernehmen mit den anderen Prüfinstituten festzulegen und anzugeben.

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant. Es gilt die Mindestanforderung 5.3.4. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen finden sich deshalb im Modul 5.3.4.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.



6.1 5.2.12 Reproduzierbarkeit

Die Reproduzierbarkeit R_D der Messeinrichtung ist aus Doppelbestimmungen mit zwei baugleichen Messeinrichtungen zu ermitteln und darf den Wert 10 nicht unterschreiten. Als Bezugswert ist B_1 zu verwenden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei der Ermittlung der Reproduzierbarkeit kamen zusätzlich die in Kapitel 5 genannten Messeinrichtungen zum Einsatz.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Reproduzierbarkeit ist definiert als der Betrag, um den sich zwei zufällig ausgewählte Einzelwerte, die unter Vergleichsbedingungen gewonnen wurden, höchstens unterscheiden. Die Reproduzierbarkeit wurde mit zwei identischen und parallel betriebenen Geräten im Feldtest bestimmt. Dazu wurden Messdaten aus der gesamten Felduntersuchung herangezogen.

6.4 Auswertung

Die Reproduzierbarkeit berechnet sich wie folgt:

$$R = \frac{B_1}{U} \geq 10 \qquad \text{mit} \qquad U = \pm s_D \cdot t_{(n;0,95)} \quad \text{und} \quad s_D = \sqrt{\frac{1}{2n} \cdot \sum_{i=1}^{n} (x_{1i} - x_{2i})^2}$$

- R = Reproduzierbarkeit bei B_1
- U = Unsicherheit
- B_1 = 25 µg/m³
- s_D = Standardabweichung aus Doppelbestimmungen
- n = Anzahl der Doppelbestimmungen
- $t_{(n;0,95)}$ = Studentfaktor für 95%ige Sicherheit
- x_{1i} = Messsignal des Gerätes 1 (z.B. SN 17010) bei der i-ten Konzentration
- x_{2i} = Messsignal des Gerätes 2 (z.B. SN 17011) bei der i-ten Konzentration

.

6.5 Bewertung

Die Reproduzierbarkeit betrug im Feldtest für den Gesamtdatensatz 10.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Für die Unsicherheitsberechung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurde ein Wert für die Reproduzierbarkeit von 10 (alle Standorte) eingesetzt.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Tabelle 16 zusammenfassend dargestellt. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 45 bis Abbildung 50.

Anmerkung: Die ermittelten Unsicherheiten werden auf den Bezugswert B_1 für jeden Standort bezogen:

Tabelle 16: Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld

Standort	Anzahl	$\bar{c}$ (SN 17010)	$\bar{c}$ (SN 17011)	$\bar{c}_{ges}$	s_D	t	U	R
		µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³		µg/m³	
Teddington (Sommer)	97	11,2	10,5	10,9	1,055	1,985	2,09	12
Köln (Winter)	127	24,4	25,7	25,1	1,704	1,979	3,37	7
Bornheim (Sommer)	66	12,9	13,4	13,2	1,110	1,997	2,22	11
Teddington (Winter)	55	15,5	16,6	16,1	0,941	2,004	1,89	13
Alle Standorte	345	17,1	17,6	17,4	1,338	1,967	2,63	10

- $\bar{c}$ (SN 17010): Mittelwert der Konzentrationen Gerät SN 17010
- $\bar{c}$ (SN 17011): Mittelwert der Konzentrationen Gerät SN 17011
- $\bar{c}_{ges}$: Mittelwert der Konzentrationen der Geräte SN 17010 & SN 17011

Einzelwerte können der Anlage 4 des Anhangs entnommen werden.

6.1 5.2.13 Stundenwerte

Das Messverfahren muss die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglichen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob die Messeinrichtung die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglicht.

6.4 Auswertung

Gemäß der gültigen Richtlinie [7] sind die Grenzwerte für Feinstaub PM_X auf einen minimalen Mittelungszeitraum von 24 Stunden bezogen. Eine Bildung von Stundenmittelwerten ist deshalb für Messeinrichtungen zur Überwachung dieses Grenzwertes nicht erforderlich. Die geprüfte Messeinrichtung arbeitet standardmäßig mit einem Messzyklus von 60 min und gibt somit jede Stunde einen neuen Messwert aus. Die Messeinrichtung ermöglicht dadurch eine Online-Erfassung der Partikelkonzentrationen mit stündlicher Auflösung.

6.5 Bewertung

Die Bildung von Stundenwerten für die Komponente Feinstaub PM2,5 ist zur Überwachung der einschlägigen Grenzwerte nicht erforderlich, aber möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In den nachfolgenden Abbildungen sind der Verlauf der Schwebstaubkonzentrationen im Zeitraum vom 09.03.2009 bis 28.03.2009 (Köln, Parkplatzgelände) sowie die Korrelation zwischen den beiden Prüflingen auf Basis von 1 h-Mittelwerten dargestellt. Es zeigt sich in den Grafiken die prinzipielle Eignung der Messeinrichtung zur Online-Erfassung der Partikelkonzentrationen mit stündlicher Auflösung und damit die Möglichkeit zur Bereitstellung von Informationen über die Zeitverläufe von Schwebstaubkonzentrationen.

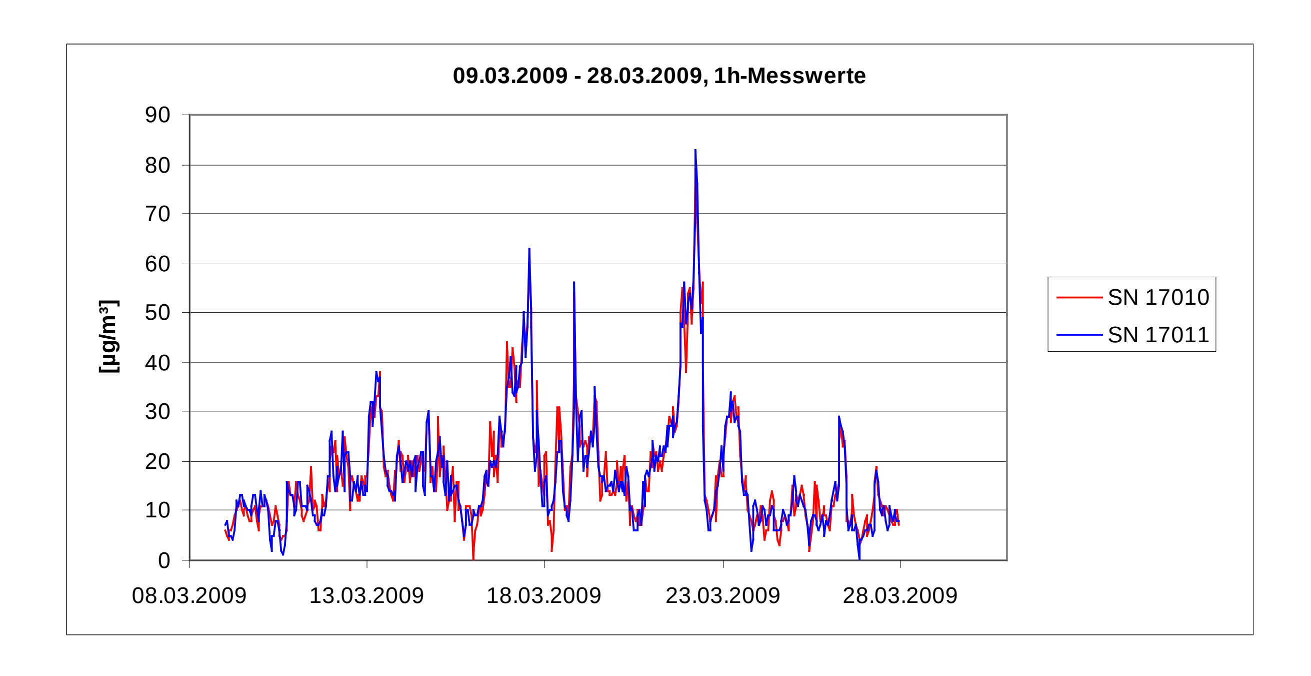


Abbildung 40: Zeitlicher Verlauf der Schwebstaubkonzentration PM2,5 vom 09.03.2009 bis 28.03.2009, 1 h-Mittelwerte

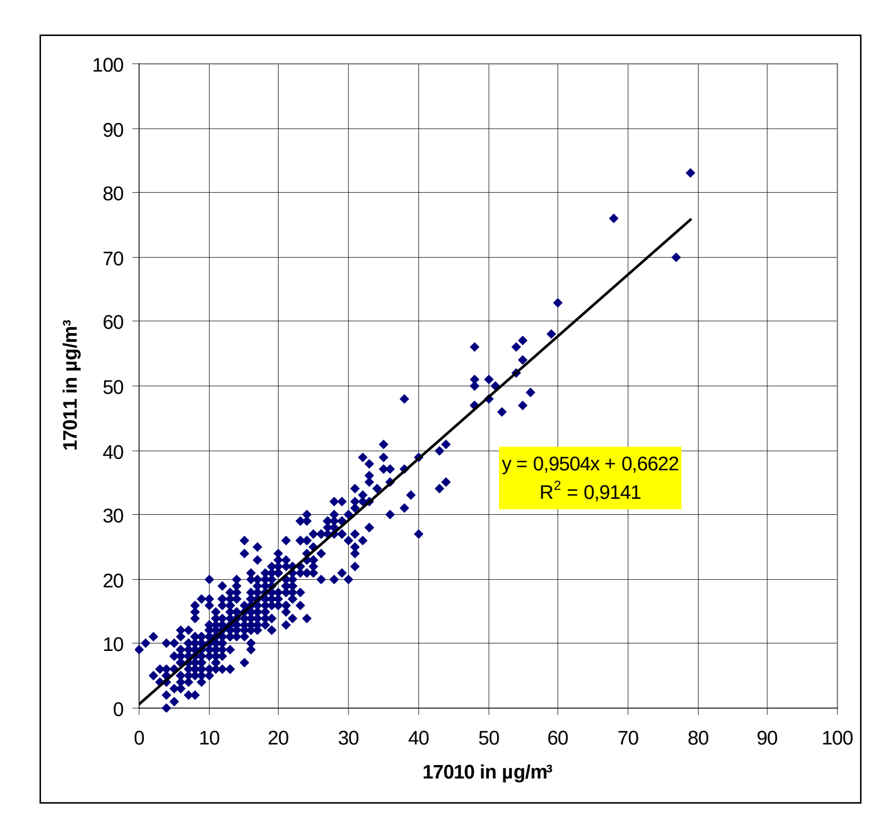


Abbildung 41: SN 17010 vs. SN 17011, 09.03.2009 bis 28.03.2009, 1 h-Messwerte

6.1 5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz

Die Änderung des Messwertes beim Bezugswert B_1 durch die im elektrischen Netz üblicherweise auftretende Änderung der Spannung im Intervall (230 +15/-20) V darf nicht mehr als B_0 betragen. Weiterhin darf im mobilen Einsatz die Änderung des Messwertes durch Änderung der Netzfrequenz im Intervall (50 ± 2) Hz nicht mehr als B_0 betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Trennstelltrafo, eingebaute Referenzfolien.

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Messsignals von der Netzspannung wurde die Netzspannung ausgehend von 230 V auf 210 V reduziert und anschließend über die Zwischenstufe 230 V auf 245 V erhöht.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Messwerte von der Netzspannung wurde bei den Testgeräten SN 17010 und SN 17011 zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massedichte m [µg/cm²] der Referenzfolie berechnet.

Da der mobile Einsatz der Messeinrichtung nicht vorgesehen ist, wurde auf die gesonderte Untersuchung der Abhängigkeit des Messsignals von der Netzfrequenz verzichtet.

6.4 Auswertung

Am Referenzpunkt wird die prozentuale Änderung des ermittelten Massenwertes (Radiometrie) für jeden Prüfschritt bezogen auf den Ausgangspunkt bei 230 V betrachtet.

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der Referenzfolie nur Massendichtewerte und keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des B_1 (= 25 µg/m³) war aus diesem Grunde nicht möglich.

6.5 Bewertung

Die Bewertung der Mindestanforderungen erfolgte auf Basis der oben genannten Angaben.

Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen > 0,1 % bei Gerät 1 (SN 17010) bzw. > -0,1 % bei Gerät 2 (SN 17011), bezogen auf den Startwert von 230 V, festgestellt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Für die Unsicherheitsberechung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurden 0,03 µg/m³ für SN 17010 (= 0,1 % von 25 µg/m³) und -0,03 µg/m³ für SN 17011 (= -0,1 % von 25 µg/m³) eingesetzt.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 17 zeigt eine zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse.

Tabelle 17: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %

Netzspannung		Abweichung	
		Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
Anfangsspannung	Endspannung	Referenzfolie	Referenzfolie
V	V	%	%
230	210	0,1	0,0
210	230	0,0	-0,1
230	245	0,0	0,0
245	230	0,1	-0,1

Die Einzelergebnisse können der Anlage 3 im Anhang entnommen werden.



6.1 5.2.15 Stromausfall

Bei Gerätestörungen und bei Stromausfall muss ein unkontrolliertes Ausströmen von Betriebs- und Kalibriergas unterbunden sein. Die Geräteparameter sind durch eine Pufferung gegen Verlust durch Netzausfall zu schützen. Bei Spannungswiederkehr muss das Gerät automatisch wieder den messbereiten Zustand erreichen und gemäß der Betriebsvorgabe die Messung beginnen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde ein Stromausfall simuliert und geprüft, ob das Gerät unbeschädigt bleibt und nach Wiedereinschalten der Stromversorgung wieder messbereit ist.

6.4 Auswertung

Da die Messgeräte zum Betrieb weder Betriebs- noch Kalibriergase benötigen, ist ein unkontrolliertes Ausströmen von Gasen nicht möglich.

Im Falle eines Netzausfalles startet die Messeinrichtung mit Erreichen der nächsten vollen Stunde selbstständig den nächsten Messzyklus und somit wieder den Messbetrieb (siehe unter Punkt 6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten).

6.5 Bewertung

Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb nach Erreichen der nächsten vollen Stunde wieder fort.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.



6.1 5.2.16 Gerätefunktionen

Die wesentlichen Gerätefunktionen müssen durch telemetrisch übermittelbare Statussignale zu überwachen sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Modem, PC zur Datenerfassung (RS 232-Host-Gerät).

6.3 Durchführung der Prüfung

An die Messeinrichtung wurde ein Modem angeschlossen. Mittels Datenfernübertragung wurden u.a. die Statussignale des Gerätes erfasst.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung. Es stehen eine Reihe von Lese-, Schreib- und Steuerbefehlen zur Verfügung. Eine vollständige Übersicht enthält die die Bedienungsanleitung zur Messeinrichtung.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtungen können über ein Modem von einem externen Rechner aus umfassend überwacht und gesteuert werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.17 Umschaltung

Die Umschaltung zwischen Messung und Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch durch rechnerseitige Steuerung und manuell auslösbar sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung kann durch den Bediener am Gerät oder aber durch die telemetrische Fernbedienung überwacht sowie teilweise gesteuert werden. Die internen Überprüfungen von Null- und Referenzpunkt sind integraler Bestandteil jedes Messzyklus und werden im Gerät abgespeichert bzw. über die serielle Schnittstelle ausgegeben.

Einige Funktionen wie z.B. die Durchführung des umfassenden Selbsttests der Messeinrichtung können nur am Gerät direkt ausgelöst werden.

6.4 Auswertung

Alle Bedienprozeduren können sowohl vom Bedienpersonal am Gerät als auch durch telemetrische Fernbedienung überwacht werden. Die internen Überprüfungen von Null- und Referenzpunkt sind integraler Bestandteil jedes Messzyklus und werden im Gerät abgespeichert bzw. über die serielle Schnittstelle ausgegeben.

6.5 Bewertung

Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle und Kalibrierung direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht werden .

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.18 Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung muss mindestens 90 % betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Start- und Endzeitpunkt der Verfügbarkeitsuntersuchungen werden durch den Start- bzw. Endzeitpunkt an jedem der vier Feldteststandorte bestimmt. Dazu werden alle Unterbrechungen der Prüfung, z. B. durch Störungen oder Wartungsarbeiten erfasst.

6.4 Auswertung

Tabelle 18 und Tabelle 19 zeigen eine Aufstellung der Betriebs-, Wartungs- und Störungszeiten. Die Messeinrichtungen wurden im Feldtest über einen Zeitraum von insgesamt 373 Messtagen betrieben. Dieser Zeitraum beinhaltet insgesamt 12 Tage mit Nullfilterbetrieb (siehe auch Anlage 4).

Ausfälle durch externe Einflüsse, die nicht dem Gerät angelastet werden können, wurden am 06.08.2008 und am 07.08.2008 (48 h wegen Stromausfall) registriert. Darüber hinaus waren alle Messeinrichtungen vom 17.10.2008 bis 20.10.2008 außer Betrieb genommen (bei SN 17011 zusätzlich 12.08.2009 (Reparatur SN 17010)). Dadurch reduziert sich die Gesamtbetriebszeit auf 367 (SN 17010) bzw. 366 (SN 17011) Messtage.

Es wurden folgende Gerätestörungen beobachtet:

Bei SN 17010 kam es zu 3 Tagen Ausfall auf Grund eines gerissenen Filterbandes. Zudem wurden zu Beginn des Standortes Bornheim Unregelmäßigkeiten (Spikes) in den Konzentrations- und den Stabilitätswerten (interne Nullmessung) registriert. Es stellte sich heraus, dass der Detektor (PMT) des Gerätes aus unbekannten Gründen für diese Spikes verantwortlich war. Der Detektor wurde am 12.08.2009 vor Ort getauscht. Die im Gerät implementierten Parameter zur Gerätekalibrierung blieben unangetastet. Die Probleme mit dem Detektor führten summa summarum zu einem Geräteausfall von 4 Tagen.

Bei SN 17011 kam es zu einem Tag Ausfall durch eine klemmende Referenzfolie sowie zu 2 Tagen Ausfall durch ein gerissenes Filterband.

Ansonsten wurden keine weiteren Gerätestörungen beobachtet.

Die regelmäßige Pflege der Probenahmeköpfe im Wartungsintervall, der Wechsel des Filterbandes (ca. alle 2 Monate) sowie die regelmäßige Überprüfung der Durchflussraten bzw. der Dichtigkeit führten jeweils zu Ausfällen von weniger als 1 h pro Gerät (Ausfallzeit = 1 Zyklus). Die Durchführung dieser Tätigkeiten führte pro Gerät zu Ausfällen von weniger als 1 h pro Check (insgesamt 16 x im Test) und führen nicht zum Verwerfen des betroffenen Tagesmittelwertes.



6.5 Bewertung

Die Verfügbarkeit betrug für SN 17010 97,9 % und für SN 17011 99,0 % ohne prüfungsbedingte Ausfälle bzw. 94,6 % für SN 17010 sowie 95,7 % für SN 17011 inkl. prüfungsbedingter Ausfälle.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 18: Ermittlung der Verfügbarkeit (ohne prüfungsbedingte Ausfälle)

		Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
Einsatzzeit	h	8808	8784
Ausfallzeit	h	168	72
Wartungszeit	h	16	16
Tatsächliche Betriebszeit	h	8624	8696
Verfügbarkeit	%	97,9	99,0

Tabelle 19: Ermittlung der Verfügbarkeit (inkl. prüfungsbedingte Ausfälle)

		Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
Einsatzzeit	h	8808	8784
Ausfallzeit	h	168	72
Wartungszeit inkl. Nullfilter	h	288 + 16	288 + 16
Tatsächliche Betriebszeit	h	8336	8408
Verfügbarkeit	%	94,6	95,7

6.1 5.2.19 Konverterwirkungsgrad

Bei Messeinrichtungen mit einem Konverter muss dessen Wirkungsgrad mindestens 95 % betragen.

Gemäß der Richtlinie VDI 4203 Blatt 3 Punkt 5.3 ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen mit Vorabscheidung mit physikalischer Messmethode zur Massenbestimmung nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? entfällt

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.2.20 Wartungsintervall

Das Wartungsintervall der Messeinrichtung ist zu ermitteln und anzugeben. Das Wartungsintervall sollte möglichst 28 Tage, muss jedoch mindestens 14 Tage betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Bei dieser Mindestanforderung wurde untersucht, welche Wartungsarbeiten in welchen Zeitabständen für eine einwandfreie Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung erforderlich sind. Weiterhin wurden die Ergebnisse der Driftbestimmung für Null- und Referenzpunkt gemäß Modul 5.2.9 bzw. Modul 5.2.10 zur Ermittlung des Wartungsintervalls berücksichtigt.

6.4 Auswertung

Es konnten für die Messeinrichtungen über den gesamten Feldtestzeitraum keine unzulässigen Driften festgestellt werden. Das Wartungsintervall wird daher durch die anfallenden Wartungsarbeiten bestimmt (siehe hierzu auch Modul 4.1.2).

Innerhalb der Betriebszeit kann die Wartung im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränkt werden.

6.5 Bewertung

Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 1 Monat.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die notwendigen Wartungsarbeiten können dem Modul 4.1.2 dieses Berichtes und dem Kapitel 7 des Bedienhandbuchs entnommen werden.

6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit

Die erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung ist zu ermitteln. Dieser ermittelte Wert darf die Vorgaben der EU-Tochterrichtlinien zur Luftqualität [G11 bis G13] nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die erweiterte Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung wurde für Einzelwerte im Bereich der Konzentration des Kurzzeitimmissionsgrenzwertes und für Mittelwerte im Bereich der Konzentrationen des Langzeitimmissionsgrenzwertes ermittelt. Die in der Eignungsprüfung ermittelten Verfahrensgrößen der Messeinrichtungen wurden zusammengestellt.

Es werden die folgenden Bezugswerte angesetzt:

Kurzzeitimmissionsgrenzwert:

PM2,5 35 µg/m³ (Quelle: EN 14907, Punkt 9.4 in Verbindung mit Tabelle 2)

Langzeitimmissionsgrenzwert:

PM2,5 25 µg/m³

6.4 Auswertung

Die erweiterte Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung wurde gemäß VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, Anhang C [1] ermittelt.

Bewertung

Zur Berechnung der erweiterten Messunsicherheiten wurden die Einzelergebnisse zu den jeweiligen Prüfpunkten zusammenfassend bewertet. Soweit aus den einzelnen Untersuchungen mehrere unabhängige Ergebnisse zur Verfügung standen, wurde der jeweils ungünstigste Wert eingesetzt.

Die Gesamtunsicherheiten ergaben sich zu 14,64 % bzw. 15,29 % für U(c) und 10,05 % bzw. 12,35 % für $U(\bar{c})$.

Einzelwerte können Tabelle 20 bis Tabelle 23 entnommen werden. Die erreichten Werte liegen alle unterhalb der geforderten Gesamtunsicherheiten von 25 %.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 20: Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 17010 Bezugswert: 35 µg/m³

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 17010	**Anforderung**	**Ergebnis**		**Unsicherheit u**	**Quadrat der Unsicherheit u²**
				µg/m³	(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	≥ 10	10		2,00	4,00
Unsicherheit zw. Prüflingen u_{Bs} nach Leitfaden	≤ 2,5 µg/m³	1,38	µg/m³	0,80	0,63
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	≤ 2 µg/m³	-1,20	µg/m³	-0,69	0,48
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	≤ 5 % von B1	0,05	µg/m³	0,03	0,00
Drift am Nullpunkt	≤ 2 µg/m³	1,80	µg/m³	1,04	1,08
Drift des Messwertes	≤ 5 % von B1	0,13	µg/m³	0,07	0,01
Netzspannung (Messwert Beta)	≤ 2 µg/m³	0,03	µg/m³	0,02	0,00
Querempfindlichkeiten	≤ 2,5 µg/m³	0,30	µg/m³	0,17	0,03
Unsicherheit des Prüfstandards	≤ 1 µg/m³	1,00	µg/m³	0,58	0,33
				Σu²	6,56
				U(c) = 2u(c)	5,12
				U(c) / Bezug	14,64

Tabelle 21: Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 17011 Bezugswert: 35 µg/m³

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 17011	**Anforderung**	**Ergebnis**		**Unsicherheit u**	**Quadrat der Unsicherheit u²**
				µg/m³	(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	≥ 10	10		2,00	4,00
Unsicherheit zw. Prüflingen u_{Bs} nach Leitfaden	≤ 2,5 µg/m³	1,38	µg/m³	0,80	0,63
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	≤ 2 µg/m³	-1,60	µg/m³	-0,92	0,85
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	≤ 5 % von B1	0,08	µg/m³	0,05	0,00
Drift am Nullpunkt	≤ 2 µg/m³	1,60	µg/m³	0,92	0,85
Drift des Messwertes	≤ 5 % von B1	-0,13	µg/m³	-0,07	0,01
Netzspannung (Messwert Beta)	≤ 2 µg/m³	-0,03	µg/m³	-0,02	0,00
Querempfindlichkeiten	≤ 2,5 µg/m³	1,20	µg/m³	0,69	0,48
Unsicherheit des Prüfstandards	≤ 1 µg/m³	1,00	µg/m³	0,58	0,33
				Σu²	7,16
				U(c) = 2u(c)	5,35
				U(c) / Bezug	15,29

Tabelle 22: Erweiterte Messunsicherheit $U(\bar{c})$ für die Messeinrichtung SN 17010 Bezugswert: 25 µg/m³

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 17010	Unsicherheit (Einzelwert)	Zeitbasis	Anzahl nk	Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert)
				(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	2,00	24 Stunden	365	0,011
Unsicherheit zw. Prüflingen u_{Bs} nach Leitfaden	0,80	1 Jahr	1	0,633
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	-0,69	1 Jahr	1	0,480
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	0,03	1 Jahr	1	0,001
Drift am Nullpunkt	1,04	1 Monat	12	0,090
Drift des Messwertes	0,07	1 Monat	12	0,000
Netzspannung (Messwert Beta)	0,02	1 Jahr	1	0,000
Querempfindlichkeiten	0,17	1 Jahr	1	0,030
Unsicherheit des Prüfstandards	0,58	1 Jahr	1	0,333
			$\Sigma u_m^2(c_k)$	1,579
			$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$	2,51
			$\frac{U(\bar{c})}{Bezug}$	10,05

Tabelle 23: Erweiterte Messunsicherheit $U(\bar{c})$ für die Messeinrichtung SN 17011 Bezugswert: 25 µg/m³

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 17011	Unsicherheit (Einzelwert)	Zeitbasis	Anzahl nk	Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert)
				(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	2,00	24 Stunden	365	0,011
Unsicherheit zw. Prüflingen u_{Bs} nach Leitfaden	0,80	1 Jahr	1	0,633
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	-0,92	1 Jahr	1	0,853
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	0,05	1 Jahr	1	0,002
Drift am Nullpunkt	0,92	1 Monat	12	0,071
Drift des Messwertes	-0,07	1 Monat	12	0,000
Netzspannung (Messwert Beta)	-0,02	1 Jahr	1	0,000
Querempfindlichkeiten	0,69	1 Jahr	1	0,480
Unsicherheit des Prüfstandards	0,58	1 Jahr	1	0,333
			$\Sigma u_m^2(c_k)$	2,385
			$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$	3,09
			$\frac{U(\bar{c})}{Bezug}$	12,35

6.1 5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems

Für das PM_{10}-Probenahmesystem ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T5] nachzuweisen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.3 Durchführung der Prüfung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.4 Auswertung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.5 Bewertung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.1 5.3.2 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme

Die PM_{10}-Probenahmesysteme zweier baugleicher Prüflinge müssen untereinander nach DIN EN 12 341 [T5] vergleichbar sein. Dies ist während des Feldtestes nachzuweisen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.3 Durchführung der Prüfung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.4 Auswertung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.5 Bewertung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.1 5.3.3 Kalibrierung

Die PM_{10}-Prüflinge sind im Feldtest mit einem Referenzverfahren nach DIN EN 12341 [T5] durch Vergleichsmessungen zu kalibrieren. Hierbei ist der Zusammenhang zwischen dem Messsignal und der gravimetrisch bestimmten Referenzkonzentration als stetige Funktion zu ermitteln.

Die PM2,5-Prüflinge wurden im Feldtest mit Referenzmessungen nach DIN EN 14907 verglichen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen können dem Modul 5.2.3 entnommen werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Siehe Modul 5.2.3.

6.3 Durchführung der Prüfung

Siehe Modul 5.2.3.

6.4 Auswertung

Siehe Modul 5.2.3.

6.5 Bewertung

Siehe Modul 5.2.3.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Modul 5.2.3.

6.1 5.3.4 Querempfindlichkeit

Der Störeinfluss durch die im Messgut enthaltene Feuchte darf im Bereich von B_1 nicht mehr als 10 % von B_1 betragen. Ist das Probenahmerohr beheizt, muss die Vergleichbarkeit zum gravimetrischen Referenzverfahren bei der angegebenen Temperatur nachgewiesen werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht notwendig.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Ermittlung des Störeinflusses durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte erfolgte unter Feldbedingungen, da eine Prüfung am Nullpunkt im Labor zu keiner belastbaren Aussage führte und am Referenzpunkt (im Bereich von B1) nicht gesichert durchführbar ist.

Alternativ wurden aus den Felduntersuchungen für Tage mit einer relativen Feuchte > 70 % die Differenzen zwischen dem ermittelten Referenzwert (= Sollwert) und dem Messwert des jeweiligen Prüfling errechnet und die mittlere Differenz als konservative Abschätzung für den Störeinfluss durch die im Messgut enthaltene Feuchte angesetzt.

Zusätzlich wurden aus den Felduntersuchungen für Tage mit einer relativen Feuchte > 70 % die Referenz-Äquivalenzfunktionen für beide Testgeräte bestimmt.

6.4 Auswertung

Es wurde aus den Felduntersuchungen für Tage mit einer relativen Feuchte > 70 % die mittlere Differenz zwischen dem ermittelten Referenzwert (= Sollwert) und dem Messwert des jeweiligen Prüfling errechnet und die relative Abweichung zur mittleren Konzentration ermittelt.

Bezugswert: B_1 = 25 µg/m³ 10 % von B_1 = 2,5 µg/m³

Es wurde weiterhin untersucht, ob die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" [4] auch für den Fall, dass die Messwerte an Tagen mit einer relativen Feuchte > 70 % gewonnen wurden, gegeben ist.



6.5 Bewertung

Es konnte kein Störeinfluss > 1,2 µg/m³ Abweichung vom Sollwert durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte auf das Messsignal festgestellt werden. Während des Feldtestes konnte bei wechselnden relativen Luftfeuchten kein negativer Einfluss auf die Messwerte beobachtet werden. Die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" [4] ist auch für Tage mit einer relativen Luftfeuchte > 70 % gegeben.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 24 zeigt eine zusammenfassende Darstellung.

Tabelle 24: Abweichung zwischen Referenzmessung und Prüfling an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 %

Feldtest, Tage mit relativer Feuchte >70 %				
		Referenz	SN 17010	SN 17011
Mittelwert	µg/m³	16,8	17,1	18,0
Abweichung zu Mittelwert Referenz in µg/m³	µg/m³	-	0,3	1,2
Abweichung in % von Mittelwert Referenz	%	-	1,8	7,1
Abweichung in % von B1	%	-	1,2	4,8

Einzelwerte können den Anlagen 4 und 5 im Anhang entnommen werden.

Die Darstellung und Bewertung der Messunsicherheiten W_{CM} an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 % erfolgt in Tabelle 25 und Tabelle 26. Einzelwerte können den Anlagen 4 und 5 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 25: Vergleich Testgerät 17010 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM-1020	SN	SN 17010	
Standort	Alle Standorte, rF>70%	Grenzwert	30	µg/m³
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**0,991**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von b	**0,02**			
Achsabschnitt a	**0,457**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von a	**0,30**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**0,20**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**1,80**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**6,00**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**12,00**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

Tabelle 26: Vergleich Testgerät 17011 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM-1020	SN	SN 17011	
Standort	Alle Standorte, rF>70%	Grenzwert	30	µg/m³
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**1,047**	**signifikant**		
Unsicherheit von b	**0,01**			
Achsabschnitt a	**0,434**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von a	**0,26**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**1,85**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**2,41**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**8,03**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**16,05**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

6.1 5.3.5 Tagesmittelwerte

Die Messeinrichtung muss die Bildung von 24 h-Mittelwerten ermöglichen. Bei Filterwechseln darf die hierfür insgesamt benötigte Zeit nicht mehr als 1 % der Mittelungszeit betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob die Messeinrichtung die Bildung eines Tagesmittelwertes ermöglicht. Der Zeitbedarf für den Filterwechsel wurde ermittelt.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung arbeitet standardmäßig mit einem Messzyklus von 60 min. Nach jedem Messzyklus wird das Filterband um eine Position weiter geschoben. Die Daten jedes Messzyklus werden gespeichert und stehen dem Anwender zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung. Darüber hinaus ermöglicht die Messeinrichtung die Bildung eines 24-h-Mittelwertes, der über die serielle Schnittstelle im Tagesprotokoll ausgegeben wird.

Im Rahmen der Eignungsprüfung war eine Zykluszeit von 60 min eingestellt mit einem Zeitbedarf für die radiometrische Messung von jeweils 8 min.

Die Zykluszeit setzt sich daher zusammen aus 2 x 8 min für die radiometrische Messung (I_0 & I_3) sowie ca. 1 bis 2 min für Filterbandbewegungen. Die Sammelzeit beträgt damit pro Stunde ca. 42 min.

Die verfügbare Probenahmezeit pro Messzyklus liegt damit bei ca. 70 % der Gesamtzykluszeit. Die Ergebnisse aus den Felduntersuchungen gemäß Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6] aus diesem Bericht zeigen, dass bei dieser Gerätekonfiguration die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren sicher nachgewiesen werden konnte und die Bildung von Tagesmittelwerten damit gesichert möglich ist.

6.5 Bewertung

Mit der beschriebenen Gerätekonfiguration und einem Messzyklus von 60 min ist die Bildung von validen Tagesmittelwerten auf Basis der 24 Einzelmessungen möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.3.6 Konstanz des Probenahmevolumenstroms

Der über der Probenahmedauer gemittelte Probenahmevolumenstrom muss auf ± 3 % vom Sollwert konstant sein. Alle Momentanwerte des Probenahmevolumenstroms müssen während der Probenahmedauer innerhalb der Schwankungsbreite von ± 5 % des Sollwertes liegen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung wurden zusätzlich ein Durchflussmesser gemäß Punkt 4 bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Der Probenahmevolumenstrom wurde vor dem ersten Feldteststandort kalibriert und dann vor jedem Feldteststandort mit Hilfe einer trockenen Gasuhr bzw. eines Massendurchflussmessers auf Korrektheit überprüft und falls erforderlich nachjustiert.

Um die Konstanz des Probenahmevolumenstroms zu ermitteln, wurde ein Durchflussmesser an die Messeinrichtungen angeschlossen und über einen Zeitraum von 24 h (= 24 Messzyklen) 5-Sekunden-Werte für den Durchfluss aufgezeichnet und ausgewertet .

6.4 Auswertung

Aus den ermittelten Messwerten für den Durchfluss wurden Mittelwert, Standardabweichung sowie Maximal- und Minimalwert bestimmt.

6.5 Bewertung

Die Ergebnisse der vor jedem Feldteststandort durchgeführten Überprüfung der Durchflussrate sind in Tabelle 27 dargestellt.

Tabelle 27: Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate

Durchflussüberprüfung vor Standort:	SN 17010		SN 17011	
	[l/min]	Abw. vom Soll [%]	[l/min]	Abw. vom Soll [%]
Teddington, Sommer	16,3	-2,4	16,5	-1,2
Köln, Winter	16,8	0,6	16,7	0,0
Bornheim, Sommer	16,7	0,0	16,9	1,2
Teddington, Winter	16,5	-1,2	16,6	-0,6



Die grafischen Darstellungen des Durchflusses über 24 Messzyklen zeigen, dass alle während der Probenahme ermittelten Messwerte weniger als ±5 % vom Sollwert von 16,67 l/min abweichen. Die Abweichung der Mittelwerte über den Messzyklus ist ebenfalls kleiner als die geforderten ±3 % vom Sollwert.

Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als ± 3 %, alle Momentanwerte weniger als ± 5 % vom Sollwert ab.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 28 und Tabelle 29 sind die ermittelten Kenngrößen für den Durchfluss aufgeführt. Abbildung 42 und Abbildung 43 zeigen eine grafische Darstellung der Durchflussmessungen an den beiden Testgeräten SN 17010 und SN 17011.

Tabelle 28: Kenngrößen für die Durchflussmessung, SN 17010

Nr.	Mittelwert [l/min]	Abw. vom Sollwert [%]	StdAbw [l/min]	Max [l/min]	Min [l/min]
1	16,47	-1,35	0,08	16,80	16,40
2	16,47	-1,37	0,08	16,75	16,40
3	16,48	-1,34	0,09	16,80	16,40
4	16,51	-1,17	0,11	16,80	16,35
5	16,50	-1,18	0,12	16,80	16,35
6	16,43	-1,64	0,03	16,60	16,35
7	16,41	-1,71	0,03	16,50	16,35
8	16,44	-1,53	0,07	16,70	16,35
9	16,47	-1,39	0,09	16,80	16,40
10	16,49	-1,24	0,12	16,80	16,35
11	16,49	-1,27	0,12	16,80	16,35
12	16,48	-1,29	0,12	16,80	16,20
13	16,50	-1,19	0,12	16,85	16,35
14	16,49	-1,27	0,12	16,85	16,40
15	16,45	-1,51	0,03	16,55	16,40
16	16,50	-1,19	0,09	16,80	16,45
17	16,50	-1,21	0,09	16,80	16,45
18	16,48	-1,32	0,03	16,55	16,45
19	16,54	-0,95	0,07	16,75	16,40
20	16,53	-1,03	0,02	16,55	16,50
21	16,53	-1,04	0,03	16,55	16,45
22	16,50	-1,19	0,03	16,55	16,45
23	16,56	-0,86	0,09	16,85	16,45
24	16,56	-0,82	0,11	16,85	16,45
Mittel 1-24	**16,49**	**-1,25**	**0,08**	**16,85**	**16,20**

Tabelle 29: Kenngrößen für die Durchflussmessung, SN 17011

Nr.	Mittelwert [l/min]	Abw. vom Sollwert [%]	StdAbw [l/min]	Max [l/min]	Min [l/min]
1	16,68	-0,12	0,03	16,75	16,65
2	16,65	-0,28	0,02	16,70	16,60
3	16,64	-0,38	0,05	16,70	16,50
4	16,63	-0,41	0,05	16,70	16,35
5	16,62	-0,49	0,05	16,70	16,45
6	16,63	-0,45	0,06	16,70	16,40
7	16,62	-0,45	0,06	16,75	16,45
8	16,62	-0,48	0,06	16,75	16,45
9	16,61	-0,52	0,05	16,70	16,40
10	16,62	-0,51	0,06	16,70	16,45
11	16,58	-0,74	0,05	16,65	16,45
12	16,60	-0,62	0,03	16,65	16,55
13	16,48	-1,34	0,06	16,60	16,30
14	16,48	-1,32	0,04	16,55	16,40
15	16,54	-0,97	0,04	16,65	16,40
16	16,54	-0,98	0,05	16,60	16,45
17	16,48	-1,34	0,06	16,60	16,30
18	16,62	-0,47	0,04	16,70	16,55
19	16,72	0,11	0,04	16,80	16,60
20	16,59	-0,65	0,07	16,75	16,45
21	16,74	0,22	0,04	16,85	16,65
22	16,78	0,47	0,03	16,80	16,70
23	16,80	0,57	0,03	16,85	16,70
24	16,80	0,63	0,03	16,85	16,70
Mittel 1-24	**16,63**	**-0,44**	**0,05**	**16,85**	**16,30**

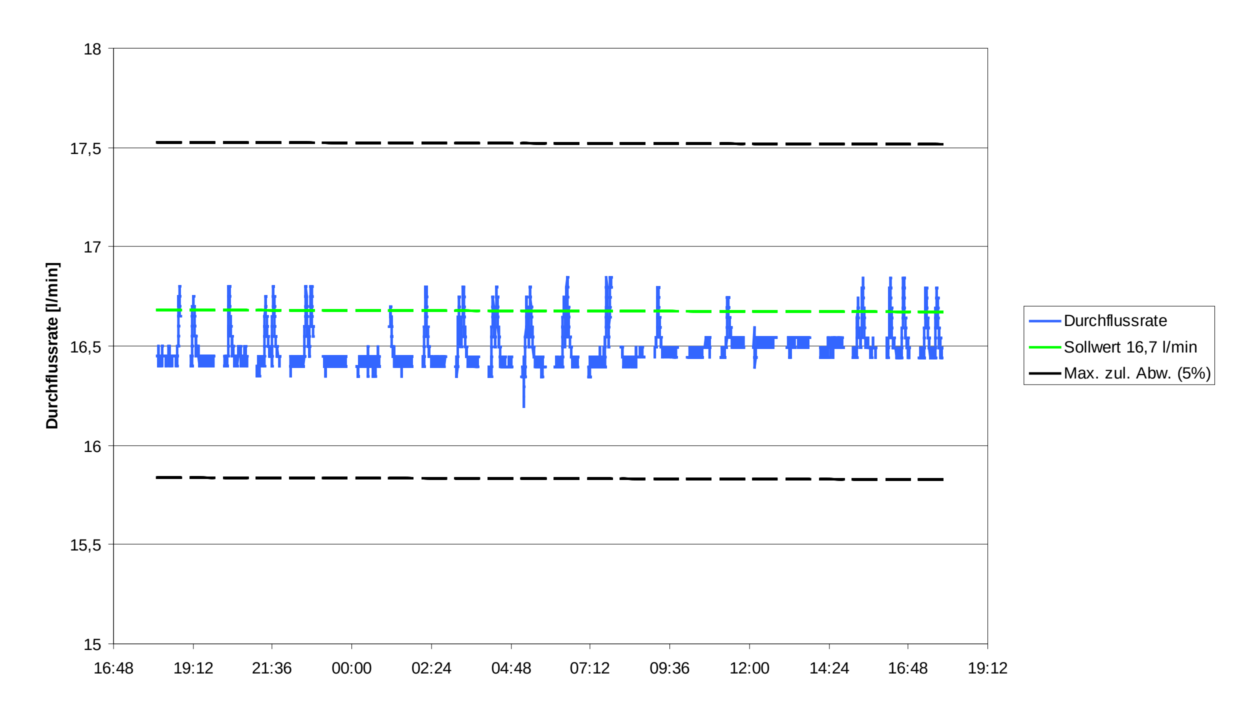


Abbildung 42: Durchfluss am Testgerät SN 17010

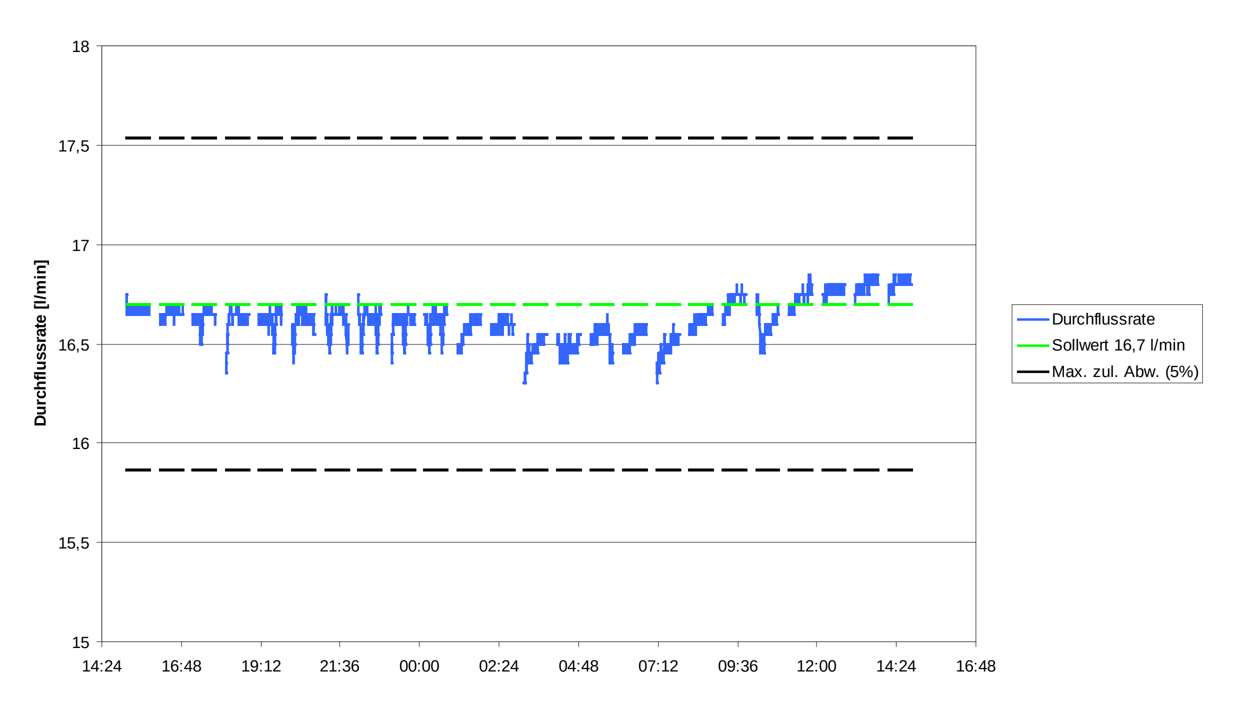


Abbildung 43: Durchfluss am Testgerät SN 17011

6.1 5.3.7 Dichtheit des Probenahmesystems

Das gesamte Probenahmesystem ist auf Dichtheit zu prüfen. Die Undichtigkeit darf nicht mehr als 1 % vom durchgesaugten Probenahmevolumen betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nullfilter-Kit BX-302 respektive Inletadapter BX-305.

6.3 Durchführung der Prüfung

Um die Leckrate zu bestimmen, wurde der Inletadapter BX-305 am Eingang des Probenahmerohres aufgesetzt und der Kugelhahn des Adapters langsam geschlossen. Die Leckrate wurde aus der Differenz zwischen der im Gerät gemessenen Durchflussrate bei ausgeschalteter Pumpe (Nullpunkt der Durchflussmessung) und der gemessenen Durchflussrate bei geschlossenem Geräteeingang ermittelt.

Diese Prozedur wurde dreimal während des Feldtestes in Köln durchgeführt.

Es wird empfohlen, die Dichtigkeit der Messeinrichtung mit Hilfe der beschriebenen Prozedur einmal pro Monat zu überprüfen.

6.4 Auswertung

Die Leckrate wurde aus der Differenz zwischen der im Gerät gemessenen Durchflussrate bei ausgeschalteter Pumpe (Nullpunkt der Durchflussmessung) und der gemessenen Durchflussrate bei geschlossenem Geräteeingang ermittelt.

Der Maximalwert der drei ermittelten Leckraten wurde bestimmt.

Unter den beschriebenen Testbedingungen ist gemäß Gerätehersteller eine maximale Leckage bis zu 1 l/min noch zulässig, da bei komplett verschlossenem Geräteeingang ein sehr hohes Vakuum im System erzeugt wird (21 inch Hg entspricht ca. 700 mbar), welches um ein Vielfaches größer ist als während des Normalbetriebes durch Filterbeladung erzeugt werden könnte.

Mögliche Undichtigkeiten im System (z.B. Verschmutzungen im Bereich der Eintrittsdüse am Filterband durch Filterabrieb) können mit der beschriebenen Methode sicher erkannt werden.



6.5 Bewertung

Die maximal ermittelten Undichtigkeiten ergaben sich zu 1,8 % für Gerät 1 (SN 17010) sowie zu max. 2,4 % für Gerät 2 (SN 17011). In der Mindestanforderung darf die Undichtigkeit nicht mehr als 1 % vom durchgesaugten Probevolumen betragen.

Mindestanforderung erfüllt? nein

Unter den beschriebenen Testbedingungen ist gemäß Gerätehersteller eine maximale Leckage bis zu 1 l/min (ca. 6 % von 16,7 l/min) noch zulässig, da bei komplett verschlossenem Geräteeingang ein sehr hohes Vakuum im System erzeugt wird (21 inch Hg entspricht ca. 700 mbar), welches um ein Vielfaches größer ist als ein durch Filterbeladung während des Normalbetriebes erzeugtes Vakuum. Mögliche Undichtigkeiten im System (z.B. Verschmutzungen im Bereich der Eintrittsdüse am Filterband durch Filterabrieb) können mit der beschriebenen Methode sicher erkannt werden

Es wird empfohlen, die Dichtigkeit der Messeinrichtung mit Hilfe der beschriebenen Prozedur einmal pro Monat zu überprüfen.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 30 enthält die ermittelten Werte aus der Dichtigkeitsprüfung.

Tabelle 30: Ermittlung der Leckrate

	Durchfluss (Pumpe aus)	Durchfluss (Pumpe ein, Eingang verschlossen)				
		1 (01.12.08)	2 (26.01.09)	3 (16.02.09)	Max-wert	Maximale Leckrate
	l/min	l/min	l/min	l/min	l/min	% vom Soll
SN 17010	0,0	0,1	0,3	0,0	0,3	1,8
SN 17011	0,0	0,1	0,4	0,3	0,4	2,4

6.1 5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen

Mehrkomponentenmesseinrichtungen müssen die Anforderungen für jede Einzelkomponente erfüllen, auch bei Simultanbetrieb aller Messkanäle.
Bei sequentiellem Betrieb muss die Bildung von Stundenmittelwerten gesichert sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

7 Erweiterte Prüfkriterien nach Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“

7.1 Methodik der Äquivalenzprüfung

Gemäß der Version des Leitfadens vom Juli 2009 [4] müssen zum Nachweis der Äquivalenz die folgenden 5 Kriterien erfüllt werden:

1. Vom Gesamtdatensatz müssen mindestens 20 % der Konzentrationswerte (ermittelt mit Referenzmethode) größer sein als die in 2008/50/EG [7] festgelegte obere Beurteilungsschwelle für Jahresgrenzwerte, d.h. 28 µg/m³ für PM10 und 17 µg/m³ für PM2,5.
2. Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen muss kleiner sein als 2,5 µg/m³ für alle Daten sowie für einen Datensatz mit Daten größer/gleich 30 µg/m³ für PM10 und 18 µg/m³ für PM2,5.
3. Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten muss kleiner sein als 2,0 µg/m³.
4. Die erweiterte Unsicherheit (W_{CM}) wird berechnet bei 50 µg/m³ für PM_{10} und bei 30 µg/m³ für PM2,5 für jeden einzelnen Prüfling gegen den Mittelwert der Referenzmethode. Für jeden der folgenden Fälle muss die erweiterte Unsicherheit kleiner 25 % sein:
   - Gesamtdatensatz;
   - Datensatz mit PM-Konzentrationen größer/gleich 30 µg/m³ für PM10 oder größer/gleich 18 µg/m³ für PM2,5, vorausgesetzt der Datensatz enthält 40 oder mehr gültige Datenpaare;
   - Datensätze für jeden einzelnen Standort.
5. Voraussetzung für die Akzeptanz des Komplettdatensatzes ist, dass die Steigung b insignifikant verschieden ist von 1: $|b-1| \leq 2 \cdot u(b)$ und der Achsabschnitt a insignifikant verschieden ist von 0: $|a| \leq 2 \cdot u(a)$. Wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt werden, dann können die Prüflinge mit den Werten des Gesamtdatensatzes für die Steigung und/oder für den Achsabschnitt kalibriert werden.

In den nachfolgenden Kapiteln wird die Erfüllung der 5 Kriterien geprüft:

Unter Punkt 7.1 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} [9.5.2.1] werden die Kriterien 1 und 2 geprüft.

Unter Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6] werden die Kriterien 3, 4 und 5 geprüft.

Unter Punkt 7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7] erfolgt eine Auswertung für den Fall, dass Kriterium 5 nicht ohne Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen erfüllt werden kann.

7.1 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} [9.5.2.1]

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} muss gemäß dem Punkt 9.5.2.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ ermittelt werden.

7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an vier verschiedenen Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten unterschiedlich hohe PM2,5 Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [7]. Für PM2,5 liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m³.

Es wurden an jedem Standort mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Standorte, 251 valide Messwertpaare für SN 17010, 253 valide Messwertpaare für SN 17011) liegen insgesamt 33,1 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 17 µg/m³ für den Jahresmittelwert von PM2,5. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

7.4 Auswertung

Gemäß **Punkt 9.5.2.1** des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ gilt:

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} muss ≤ 2,5 µg/m³ liegen. Eine Unsicherheit über 2,5 µg/m³ zwischen den beiden Prüflingen ist ein Hinweis, dass die Leistung eines oder beider Systeme unzureichend ist und die Gleichwertigkeit nicht erklärt werden kann.

Die Unsicherheit wird dabei ermittelt für:

- Alle Standorte gemeinsam (Kompletter Datensatz)
- 1 Datensatz mit Messwerten ≥ 18 µg/m³ für PM2,5 (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Darüber hinaus erfolgt in diesem Bericht auch eine Auswertung für die folgenden Datensätze:

- Jeden Standort einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten < 18 µg/m³ für PM2,5 (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)



Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} wird aus den Differenzen aller Tagesmittelwerte (24 h-Werte) der Prüflinge, die parallel betrieben werden, nach folgender Gleichung berechnet:

$$u_{bs}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (y_{i,1} - y_{i,2})^2}{2n}$$

mit $y_{i,1}$ und $y_{i,2}$ = Ergebnisse der parallelen Messungen einzelner 24h-Werte i

n = Anzahl der 24h-Werte

7.5 Bewertung

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} liegt mit maximal 1,57 µg/m³ unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 µg/m³.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Für die Unsicherheitsberechnung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wird der Wert für den Gesamtdatensatz von 1,38 µg/m³ eingesetzt.

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 31 führt die berechneten Werte für die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 44 bis Abbildung 50.

Tabelle 31: Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} für die Testgeräte SN 17010 und SN 17011

Testgeräte	**Standort**	**Anzahl Werte**	**Unsicherheit u_{bs}**
SN			µg/m³
17010 / 17011	**Alle Standorte**	**345**	**1,38**
Einzelstandorte			
17010 / 17011	Teddington, Sommer	97	1,13
17010 / 17011	Köln, Winter	127	1,76
17010 / 17011	Bornheim, Sommer	66	1,13
17010 / 17011	Teddington, Winter	55	1,01
Klassierung über Referenzwerte			
17010 / 17011	**Werte ≥ 18 µg/m³**	**174**	**1,57**
17010 / 17011	Werte < 18 µg/m³	74	1,05



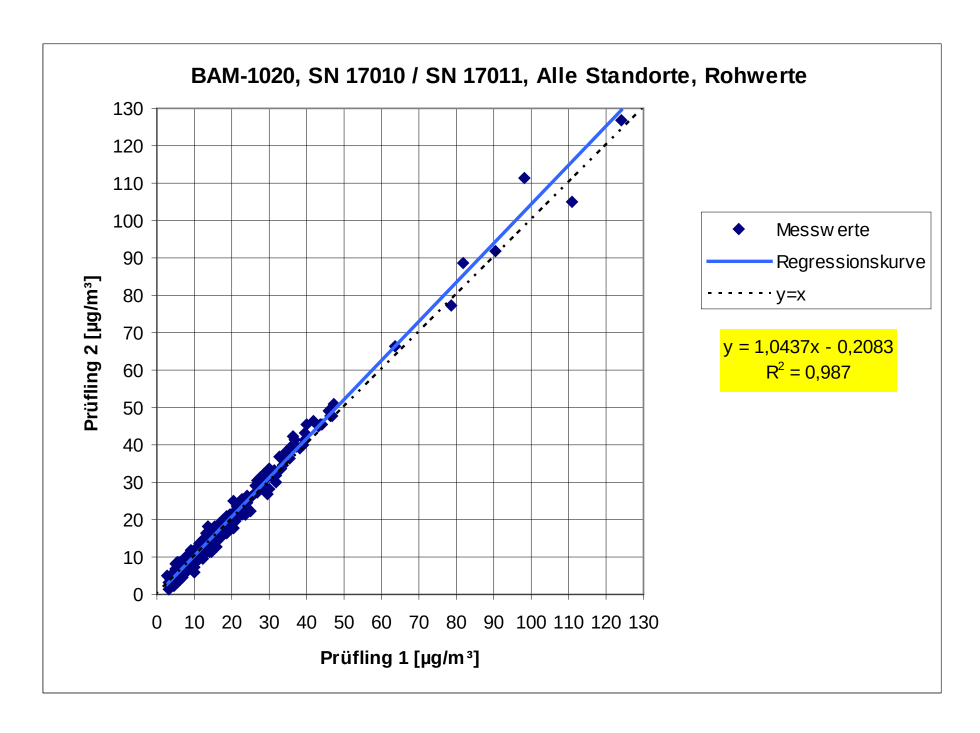


Abbildung 44: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte

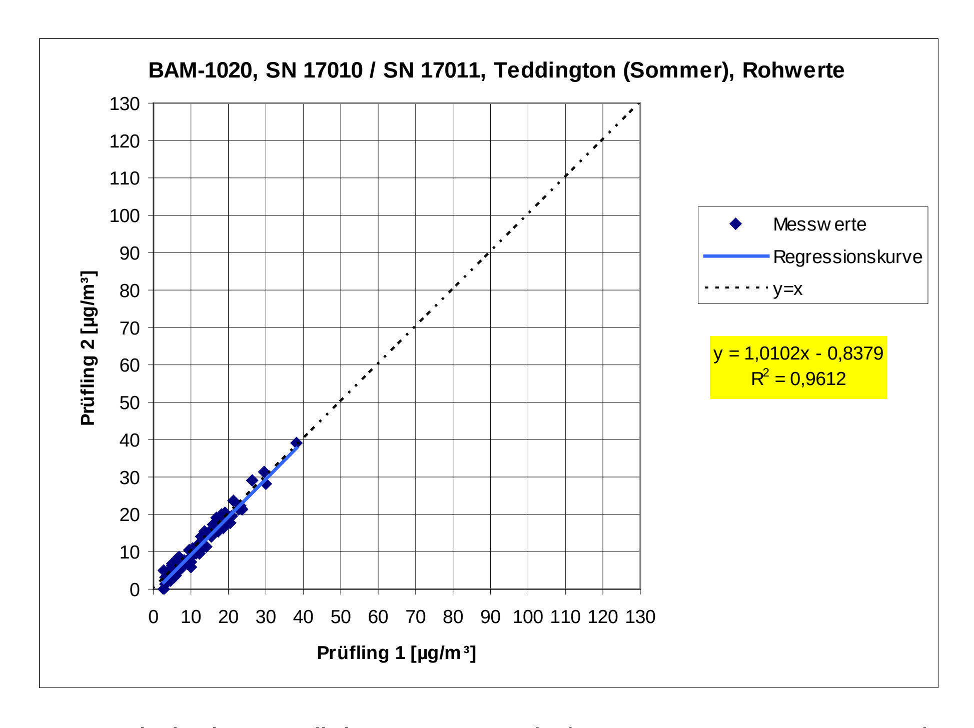


Abbildung 45: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Teddington, Sommer

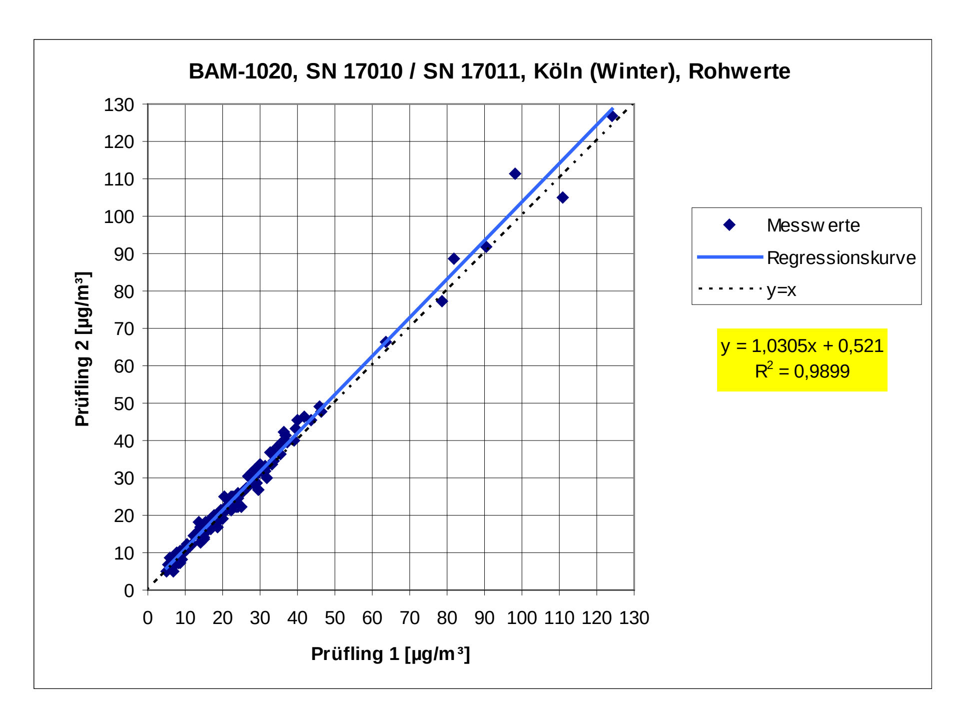


*Abbildung 46: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Köln, Winter**

Bemerkung: Die Abweichungen in den Messwertpaaren 98,2 µg/m³ / 111,5 µg/m³ (31.12.2008) sowie 110,7 µ/m³ / 105,1 µg/m³ (13.04.2009) sind durch kurzzeitige starke lokale Spitzen (Feuerwerk) verursacht. Da keine technischen Gründe vorlagen, wurden die Werte nicht als Ausreißer aus dem Datenpool entfernt (siehe Punkt 4.3 Handhabung der Daten)

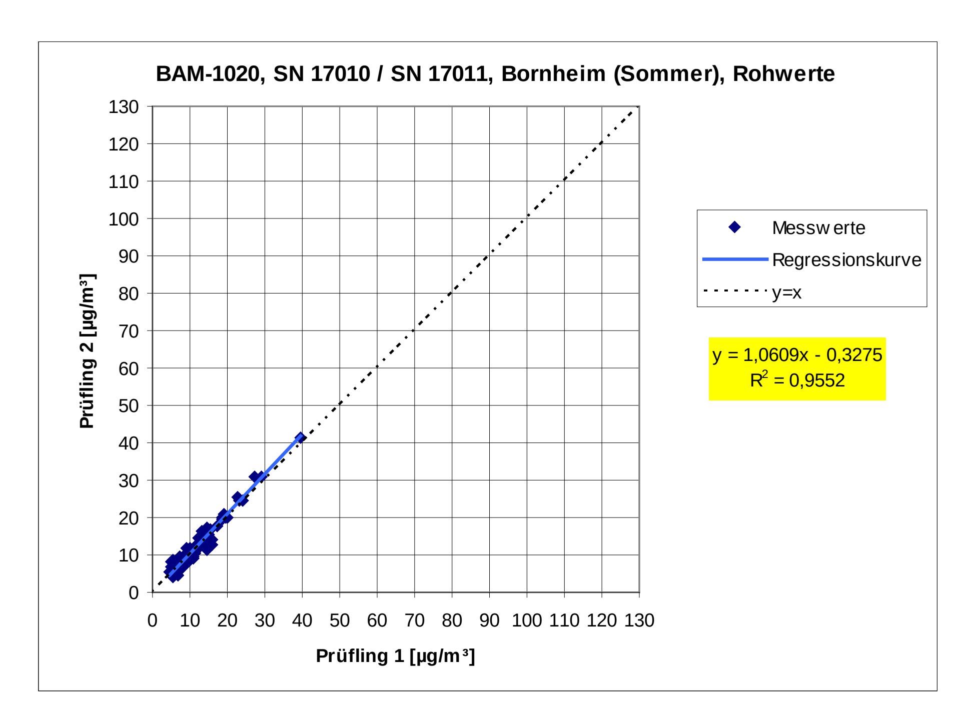


Abbildung 47: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Bornheim, Sommer

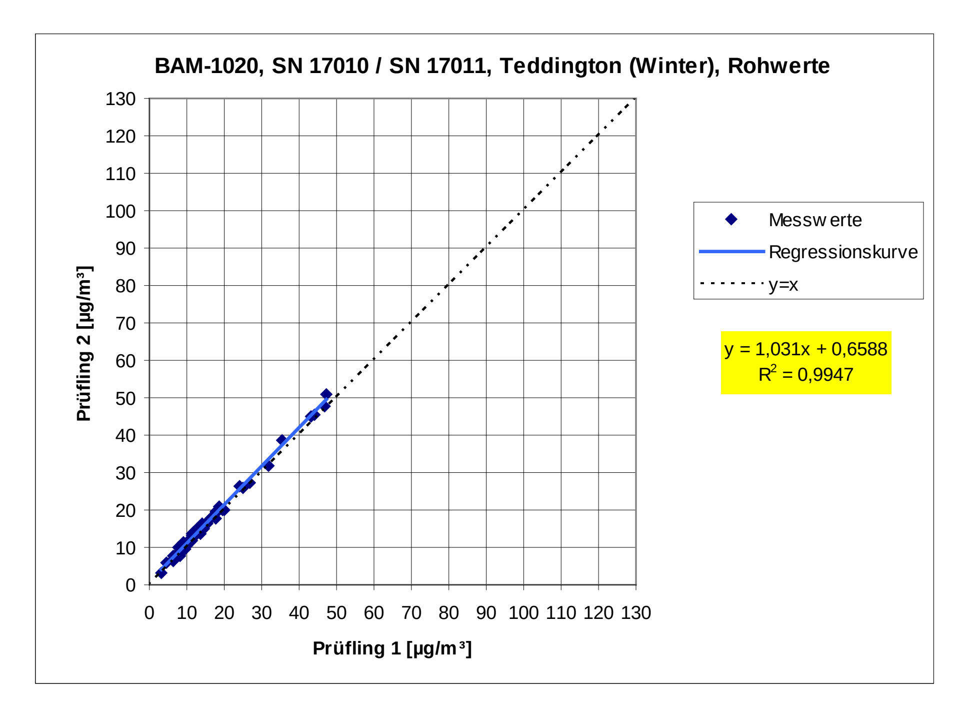


Abbildung 48: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Teddington, Winter

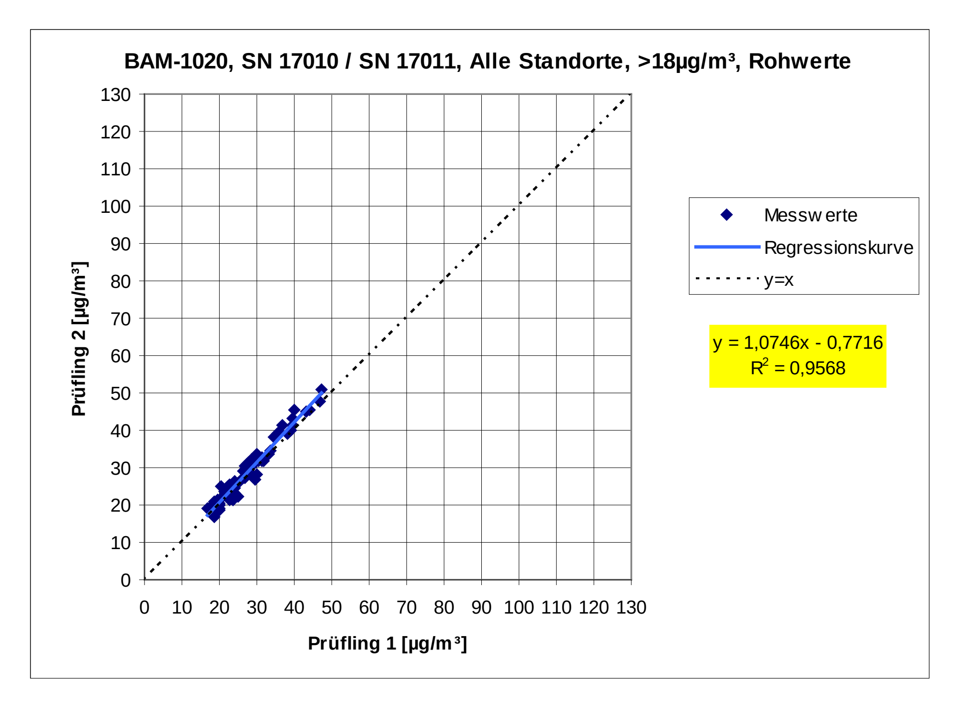


Abbildung 49: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte, Werte ≥ 18 µg/m³

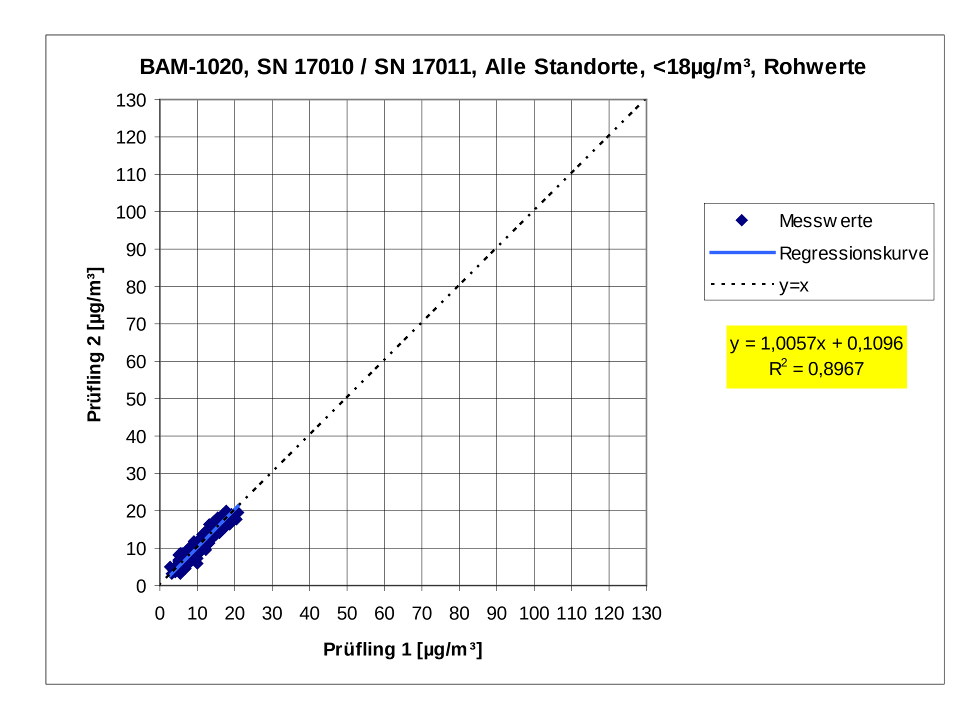


Abbildung 50: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte, Werte < 18 µg/m³

7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6]

Für die Prüflinge ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren gemäß den Punkten 9.5.2.2 bis 9.6 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ nachzuweisen. Die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge ist mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] zu vergleichen.

7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für diesen Prüfpunkt kamen zusätzlich die Geräte entsprechend Punkt 5 des vorliegenden Berichts zum Einsatz.

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an vier verschiedenen Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten unterschiedlich hohe PM2,5 Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [7]. Für PM2,5 liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m³.

Es wurden an jedem Standort mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Standorte, 251 valide Messwertpaare für SN 17010, 253 valide Messwertpaare für SN 17011) liegen insgesamt 33,1 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 17 µg/m³ für den Jahresmittelwert von PM2,5. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

7.4 Auswertung

[Punkt 9.5.2.2] Der Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge wird die Überprüfung der Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten u_{ref} vorangestellt.

Die Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten u_{ref} wird analog der Unsicherheit zwischen den Prüflingen bestimmt und muss ≤ 2 µg/m³ sein.

Die Ergebnisse der Auswertung sind unter Punkt 7.6 zu diesem Prüfpunkt dargestellt.

Um die Vergleichbarkeit der Prüflinge y mit dem Referenzverfahren x zu beurteilen, wird ein linearer Zusammenhang $y_i = a + bx_i$ zwischen den Messergebnissen beider Methoden angenommen. Der Zusammenhang zwischen den Mittelwerten der Referenzgeräte und den jeweils einzeln zu betrachtenden Prüflingen wird mittels orthogonaler Regression hergestellt.

Die Regression wird berechnet für:

- Alle Standorte gemeinsam
- Jeden Standort einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten ≥ 18 µg/m³ (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Zur weiteren Auswertung wird die Ergebnisunsicherheit u_{c_s} der Prüflinge aus dem Vergleich mit dem Referenzverfahren gemäß der folgenden Gleichung beschrieben, welche u_{CR} als eine Funktion der Feinstaubkonzentration x_i beschreibt.

$$u_{CR}^2(y_i) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [a + (b-1)x_i]^2$$

Mit RSS = Summe der (relativen) Residuen aus der orthogonalen Regression

$u(x_i)$ = zufällige Unsicherheit des Referenzverfahrens, sofern der Wert von u_{bs}, der für den Einsatz der Prüflinge berechnet wird, in diesem Test verwendet werden kann
(siehe Punkt 7.1 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen ubs)

Algorithmen zur Berechnung des Achsabschnitts a sowie der Steigung b und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben.

Die Summe der (relativen) Residuen RSS wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$RSS = \sum_{i=1}^{n} (y_i - a - bx_i)^2$$

Die Unsicherheit u_{CR} wird berechnet für:

- Alle Standorte gemeinsam
- Jeden Standort einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten ≥ 18 µg/m³ (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Voraussetzung für die Akzeptanz des Gesamtdatensatzes ist gemäß Leitfaden:

- Die Steigung b ist insignifikant verschieden von 1: $|b-1| \leq 2 \cdot u(b)$

Und

- Der Achsabschnitt a ist insignifikant verschieden von 0: $|a| \leq 2 \cdot u(a)$

Wobei u(b) und u(a) die Standardunsicherheiten der Steigung und des Achsabschnitts beschreiben, berechnet als Wurzel der Varianz. Wenn diese Vorbedingungen nicht erfüllt sind, dann können die Prüflinge gemäß Punkt 9.7 des Leitfadens kalibriert werden (siehe auch 7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7]. Die Kalibrierung darf nur für den Gesamtdatensatz durchgeführt werden.



[Punkt 9.5.3] Für alle Datensätze wird die kombinierte Unsicherheit der Prüflinge $w_{c,CM}$ durch Kombination der Beiträge aus 9.5.2.1 und 9.5.2.2 gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

$$w^2_{c,CM}(y_i) = \frac{u^2_{CR}(y_i)}{y_i^2}$$

Für jeden Datensatz wird die Unsicherheit $w_{c,CM}$ auf einem Level von y_i = 30 µg/m³ für PM2,5 berechnet.

[Punkt 9.5.4] Für jeden Datensatz wird die erweiterte relative Unsicherheit der Ergebnisse der Prüflinge durch Multiplizieren von $w_{c,CM}$ mit einem Erweiterungsfaktor k nach folgender Gleichung berechnet:

$$W_{CM} = k \cdot w_{CM}$$

In der Praxis wird bei großen n für k=2 eingesetzt.

[Punkt 9.6]

Die größte resultierende Unsicherheit W_{CM} wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1. $W_{CM} \leq W_{dqo}$ → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2. $W_{CM} > W_{dqo}$ → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit W_{dqo} beträgt für Feinstaub 25 % [7].

7.5 Bewertung

Die ermittelten Unsicherheiten W_{CM} liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit W_{dqo} von 25 % für Feinstaub.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Nachfolgende Tabelle 32 zeigt einen Überblick über alle Ergebnisse der Äquivalenzprüfung für den Prüfling BAM-1020 für PM2,5. Für den Fall, dass ein Kriterium erfüllt wird oder nicht, ist der Text in den Zellen in grüner oder roter Farbe dargestellt. Darüber hinaus sind entsprechend den fünf Prüfkriterien aus Punkt 7.1 Methodik der Äquivalenzprüfung die zugehörigen Zellen selbst farblich hinterlegt.



Tabelle 32: Übersicht Äquivalenzprüfung BAM-1020 für PM2,5

BAM-1020 PM2,5	33.1% > 17 µg m³	Orthogonale Regression						Unsicherheit zwischen den Geräten	
	W_{CM} / %	n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/- ub	Achsabschnitt (a)	+/- ua	Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	12.6	248	0.967	1.000	+/- 0.012	0.764	+/- 0.204	0.33	1.38
< 18 µg m-3	9.8	174	0.889	0.971	+/- 0.025	1.066	+/- 0.267	0.34	1.05
> 18 µg m-3	15.9	74	0.926	1.031	+/- 0.033	-0.068	+/- 0.919	0.30	1.57

SN 17010	Datensatz	Orthogonale Regression						Grenzwert 30 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/- ub	Achsabschnitt (a)	+/- ua	W_{CM} / %	% > 17 µg m³
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.931	0.994	+/- 0.030	1.822	+/- 0.372	17.11	19.2
	Köln (Winter)	75	0.957	0.980	+/- 0.024	0.960	+/- 0.512	12.79	56.0
	Bornheim (Sommer)	53	0.941	1.052	+/- 0.036	-0.962	+/- 0.527	11.61	20.8
	Teddington (Winter)	45	0.991	0.970	+/- 0.014	-0.182	+/- 0.300	10.28	35.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m³	175	0.849	0.955	+/- 0.028	1.137	+/- 0.306	11.46	4.6
	> 18 µg m³	76	0.907	0.984	+/- 0.035	0.584	+/- 0.975	16.02	100.0
	Alle Standorte	251	0.957	0.969	+/- 0.013	0.989	+/- 0.226	12.90	33.5

SN 17011	satensatz	Orthogonale Regression						Grenzwert 30 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/- ub	Achsabschnitt (a)	+/- ua	W_{CM} / %	% > 17 µg m³
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.955	1.016	+/- 0.025	1.018	+/- 0.308	14.66	19.2
	Köln (Winter)	75	0.977	1.061	+/- 0.019	0.430	+/- 0.405	17.91	56.0
	Bornheim (Sommer)	57	0.901	1.134	+/- 0.048	-1.498	+/- 0.727	23.91	21.1
	Teddington (Winter)	43	0.992	0.991	+/- 0.014	0.630	+/- 0.293	7.41	32.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m³	178	0.881	1.021	+/- 0.026	0.634	+/- 0.286	13.44	4.5
	> 18 µg m³	75	0.929	1.092	+/- 0.034	-1.108	+/- 0.952	19.03	100.0
	Alle Standorte	253	0.966	1.041	+/- 0.012	0.377	+/- 0.214	16.28	32.8

Kriterium 1
Kriterium 2
Kriterium 3
Kriterium 4
Kriterium 5
Weitere

Die Überprüfung der fünf Kriterien aus Punkt 7.1 Methodik der Äquivalenzprüfung ergab folgendes Bild:

Kriterium 1: Mehr als 20 % der Daten sind größer als 17 µg/m³.

Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als 2,5 µg/m³.

Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als 2,0 µg/m³

Kriterium 4: Alle erweiterten Unsicherheiten liegen unter 25%.

Kriterium 5: Die Steigung und der Achsabschnitt bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes für SN 17010 sind signifikant. Die Steigung bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes für SN 17011 ist signifikant.

Die Version vom Juli 2009 des Leitfadens ist nicht eindeutig darin, welche Steigung und welcher Achsabschnitt konkret zur Korrektur eines Prüflings verwendet werden sollen, falls dieser Prüfling die Äquivalenzprüfung nicht besteht. Nach Rücksprache mit dem Vorsitzenden der für die Erstellung des Leitfadens verantwortlichen EU-Arbeitsgruppe wurde entschieden, dass die Anforderung aus der Version vom November 2005 des Leitfadens weiterhin gültig ist und dass die Steigung und der Achsabschnitt aus der orthogonalen Regression für den Gesamtdatensatz herangezogen werden. Diese sind in Tabelle 32 golden hinterlegt und in der Legende mit "Weitere" bezeichnet.

Der UK Equivalence Report aus 2006 [8] hat diesen Punkt als Schwachstelle in der Statistik für den Äquivalenznachweis in der November 2005 Version des Leitfadens beschrieben, da „präzisere" Geräte dadurch benachteiligt werden (Anhang E Abschnitt 4.2). Die gleiche Schwachstelle wurde 1:1 in die Juli 2009 Version übernommen. Sowohl der TÜV Rheinland als auch die englischen Partner sind der Meinung, dass der BAM-1020 für PM2,5 in der Tat durch die Statistik für seine Präzision benachteiligt wird. Es wird daher vorgeschlagen, denselben pragmatischen Ansatz zu wählen, der in der Vergangenheit in früheren Studien schon zur Anwendung kam. Da einige der Steigungen aus den Einzeldatensätzen größer als 1 sind und andere wiederum kleiner als 1 sind, sollte es keine Veranlassung zu einer Korrektur der Steigung geben.

In diesem konkreten Fall liegt die Steigung für den Gesamtdatensatz ohnehin bei 1,000; deshalb kann keine Steigungskorrektur erfolgen.

Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei 0,764. Es erfolgt daher unter Punkt 7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7] eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung des entsprechenden Kalibrierfaktors auf die Datensätze.

Die überarbeitete Fassung des Leitfadens von Juli 2009 enthält die Forderung, dass für eine richtlinienkonforme Überwachung fortlaufend stichprobenweise Überprüfungen bei einer gewissen Anzahl von Geräten in einem Messnetz durchgeführt werden müssen und dass die Anzahl der betroffenen Messorte abhängig ist von der erweiterten Messunsicherheit des Gerätes. Die entsprechende Umsetzung liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfehlen der TÜV Rheinland wie auch die englischen Partner, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 12,6 %, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten erfordern würde (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6).

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 33 zeigt einen Überblick über die Unsicherheiten zwischen den Referenzgeräten u_{ref} aus den Felduntersuchungen. In Tabelle 34 erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung inkl. der ermittelten erweiterten Messunsicherheiten W_{CM} aus den Feldtestuntersuchungen.

Tabelle 33: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref}

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
Nr.			µg/m³
1 / 2	Teddington, Sommer	77	0,33
1 / 2	Köln, Winter	75	0,39
1 / 2	Bornheim, Sommer	53	0,30
1 / 2	Teddington, Winter	43	0,27
1 / 2	Alle Standorte	248	0,33

Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref} ist an allen Standorten < 2 µg/m³.

Tabelle 34: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 17010 & SN 17011, Rohdaten

BAM-1020, PM2,5	33.1% > 17 µg m-3	Orthogonale Regression								Unsicherheit zwischen den Geräten	
	W_{CM} / %	n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- ub			Achsabschnitt (a) +/- ua			Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	12.6	248	0.967	1.000	+/-	0.012	0.764	+/-	0.204	0.33	1.38
< 18 µg m-3	9.8	174	0.889	0.971	+/-	0.025	1.066	+/-	0.267	0.34	1.05
> 18 µg m-3	15.9	74	0.926	1.031	+/-	0.033	-0.068	+/-	0.919	0.30	1.57
SN 17010	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 30 µg m^3	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- ub			Achsabschnitt (a) +/- ua			W_{CM} / %	% > 17 µg m^3
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.931	0.994	+/-	0.030	1.822	+/-	0.372	17.11	19.2
	Köln (Winter)	75	0.957	0.980	+/-	0.024	0.960	+/-	0.512	12.79	56.0
	Bornheim (Sommer)	53	0.941	1.052	+/-	0.036	-0.962	+/-	0.527	11.61	20.8
	Teddington (Winter)	45	0.991	0.970	+/-	0.014	-0.182	+/-	0.300	10.28	35.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m^3	175	0.849	0.955	+/-	0.028	1.137	+/-	0.306	11.46	4.6
	> 18 µg m^3	76	0.907	0.984	+/-	0.035	0.584	+/-	0.975	16.02	100.0
	Alle Standorte	251	0.957	0.969	+/-	0.013	0.989	+/-	0.226	12.90	33.5
SN 17011	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 30 µg m^3	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- ub			Achsabschnitt (a) +/- ua			W_{CM} / %	% > 17 µg m^3
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.955	1.016	+/-	0.025	1.018	+/-	0.308	14.66	19.2
	Köln (Winter)	75	0.977	1.061	+/-	0.019	0.430	+/-	0.405	17.91	56.0
	Bornheim (Sommer)	57	0.901	1.134	+/-	0.048	-1.498	+/-	0.727	23.91	21.1
	Teddington (Winter)	43	0.992	0.991	+/-	0.014	0.630	+/-	0.293	7.41	32.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m^3	178	0.881	1.021	+/-	0.026	0.634	+/-	0.286	13.44	4.5
	> 18 µg m^3	75	0.929	1.092	+/-	0.034	-1.108	+/-	0.952	19.03	100.0
	Alle Standorte	253	0.966	1.041	+/-	0.012	0.377	+/-	0.214	16.28	32.8



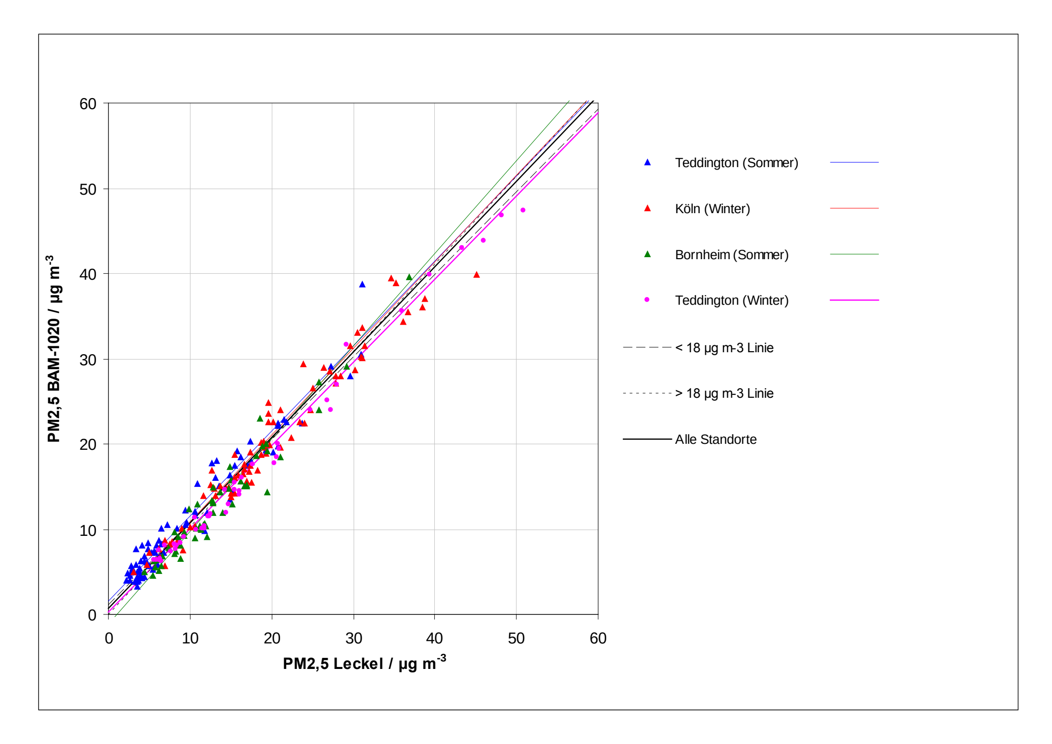


Abbildung 51: Referenz vs. Testgerät, SN 17010 & SN 17011, alle Standorte

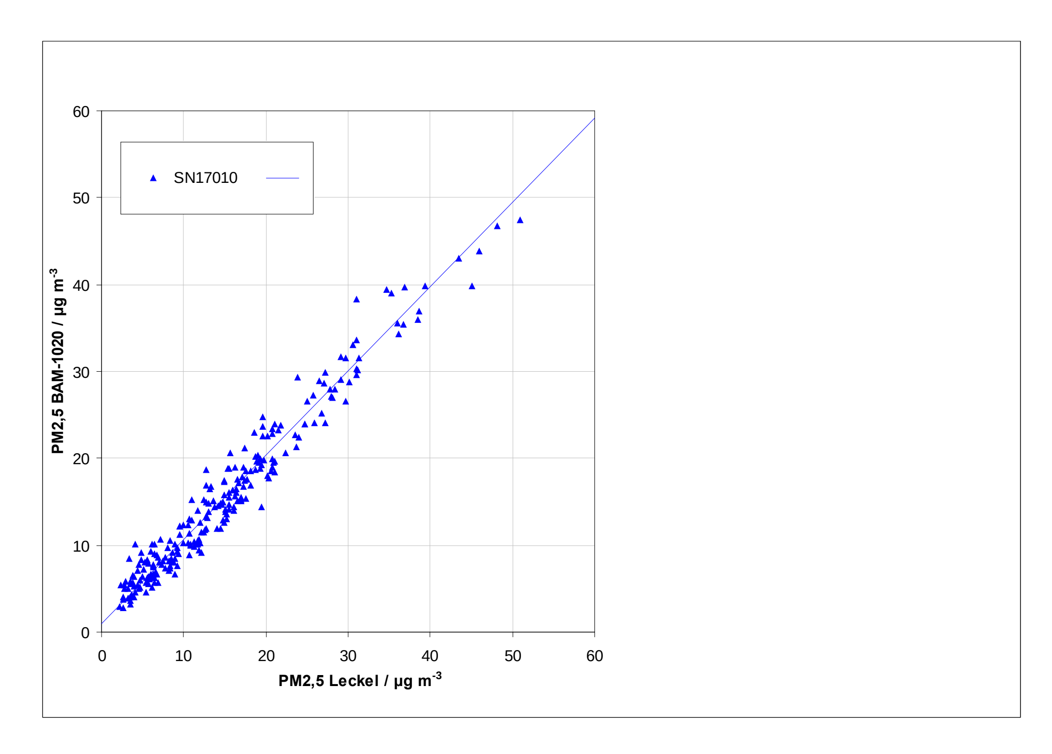


Abbildung 52: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, alle Standorte

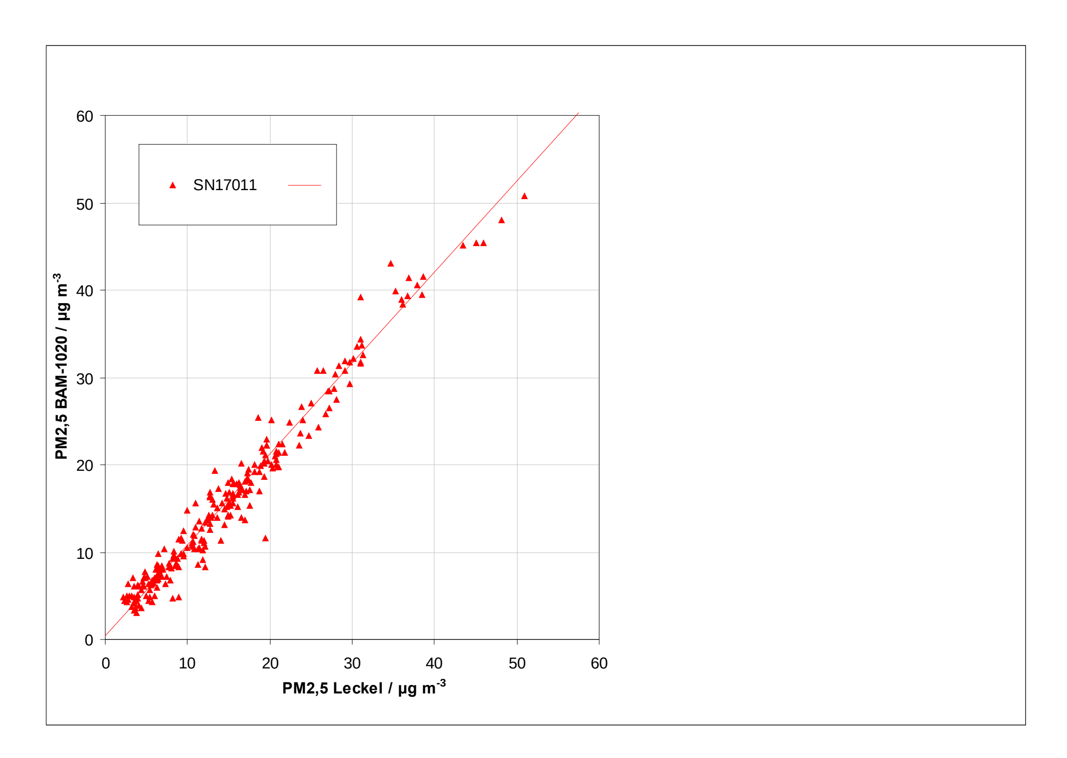


Abbildung 53: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, alle Standorte



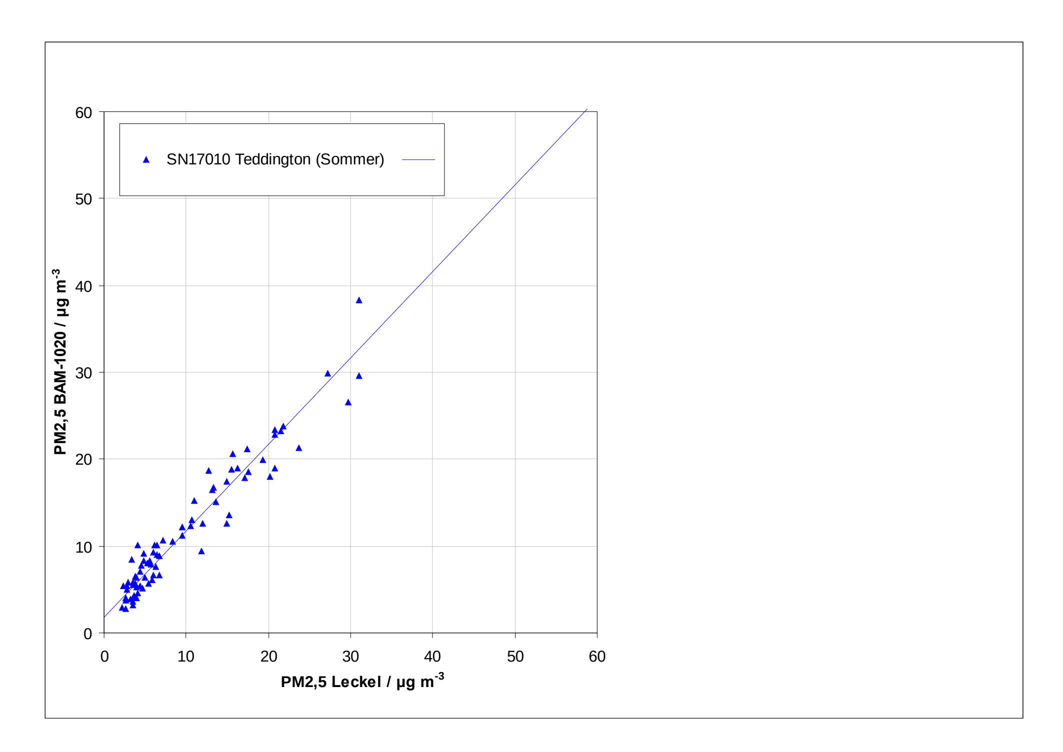


Abbildung 54: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Teddington, Sommer

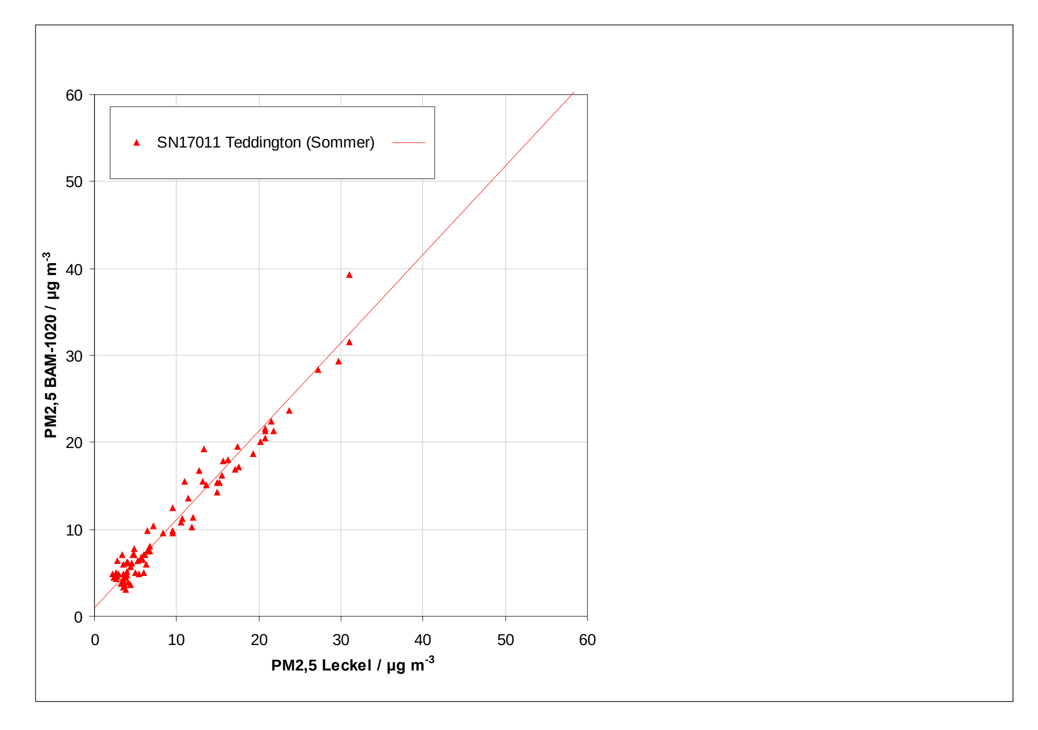


Abbildung 55: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Teddington, Sommer

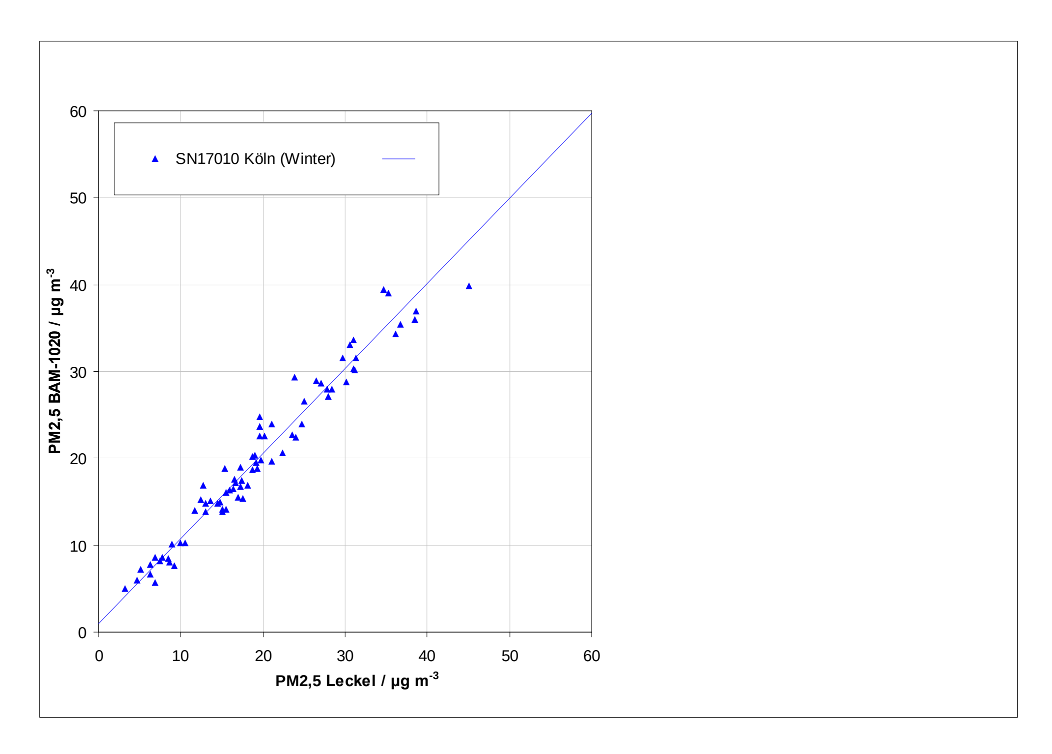


Abbildung 56: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Köln, Winter

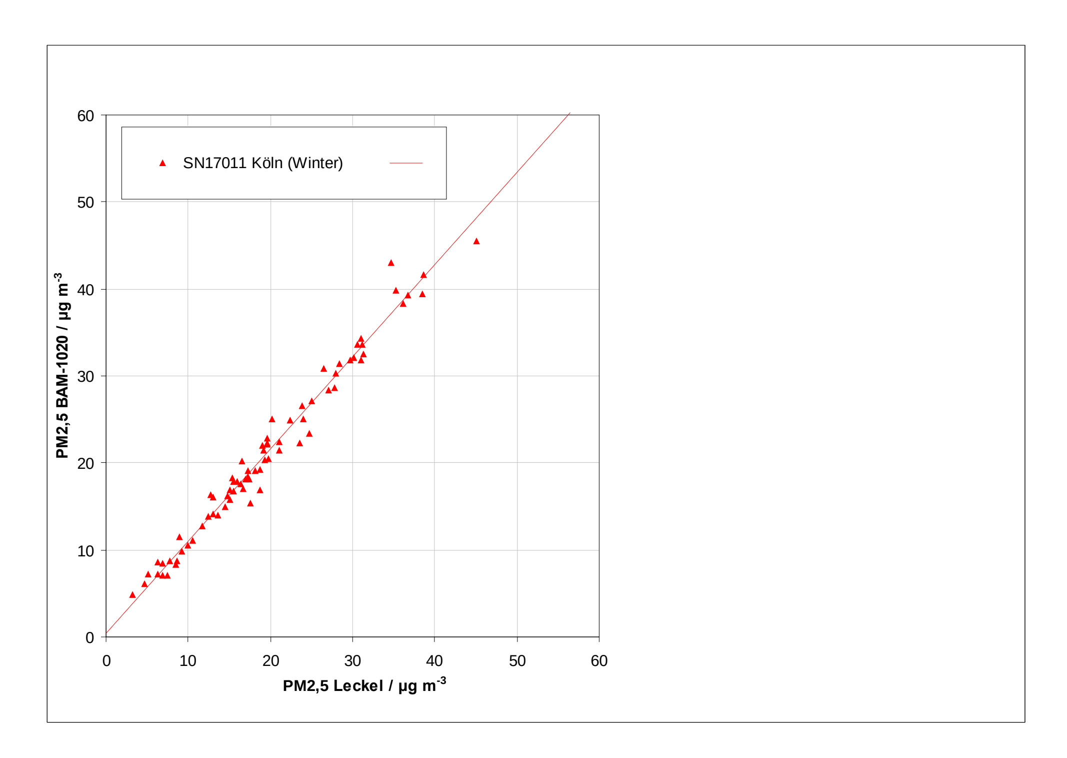


Abbildung 57: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Köln, Winter



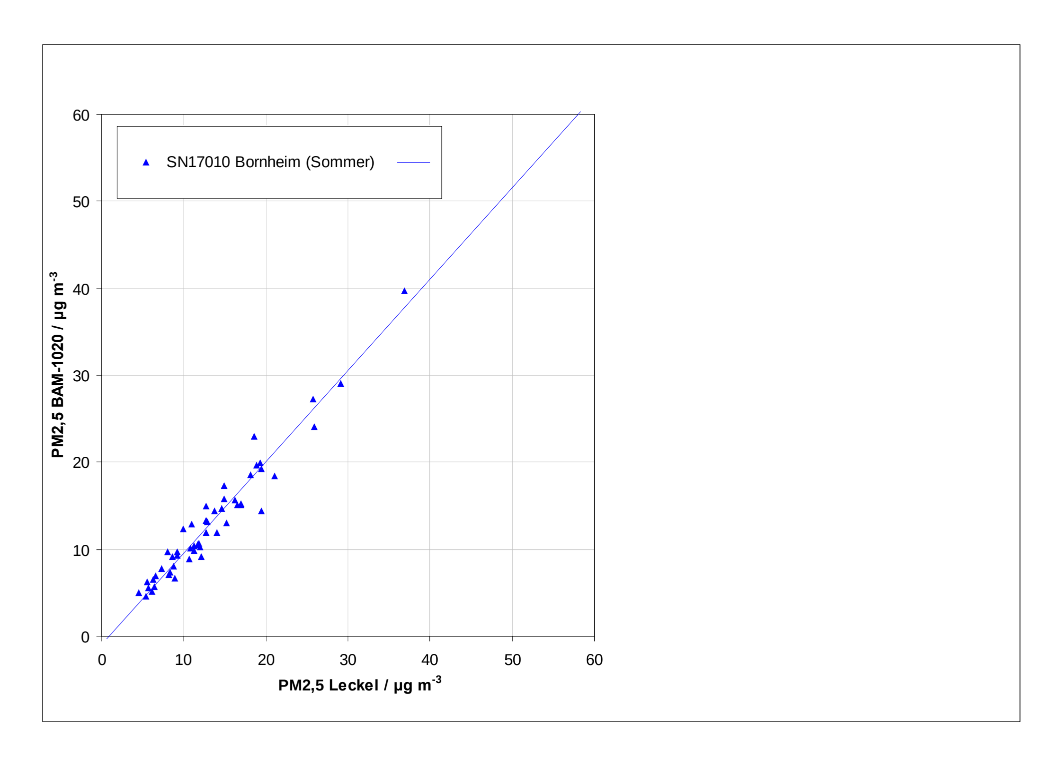


Abbildung 58: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Bornheim, Sommer

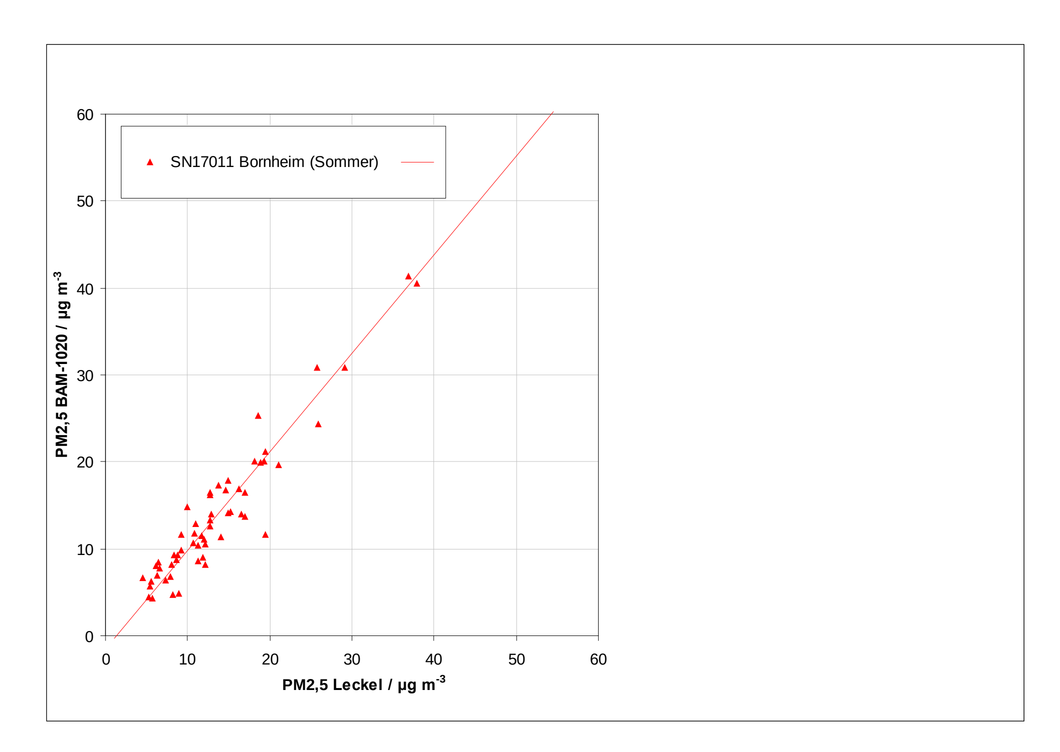


Abbildung 59: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Bornheim, Sommer

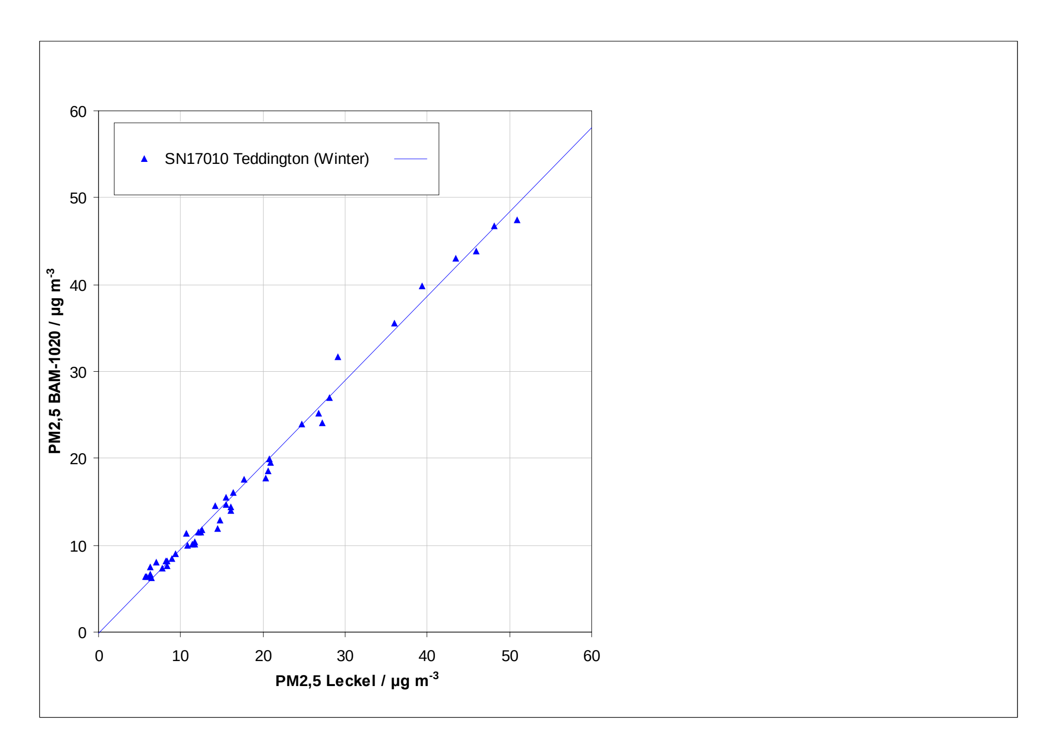


Abbildung 60: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Teddington, Winter

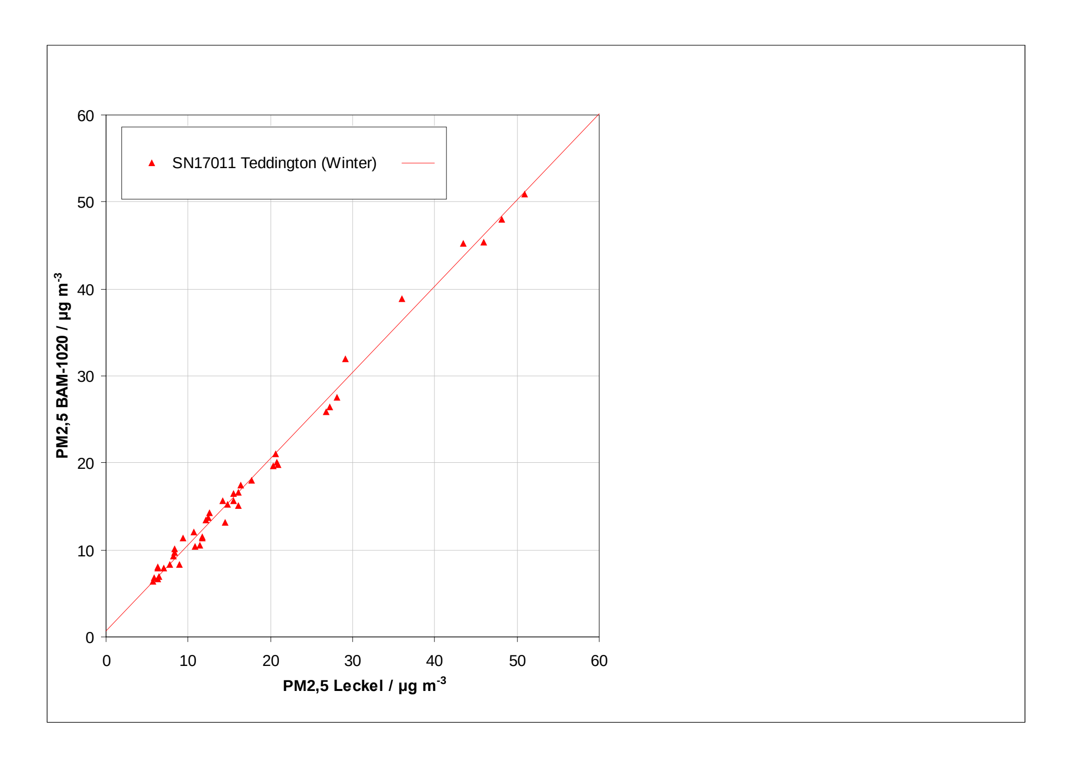


Abbildung 61: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Teddington, Winter



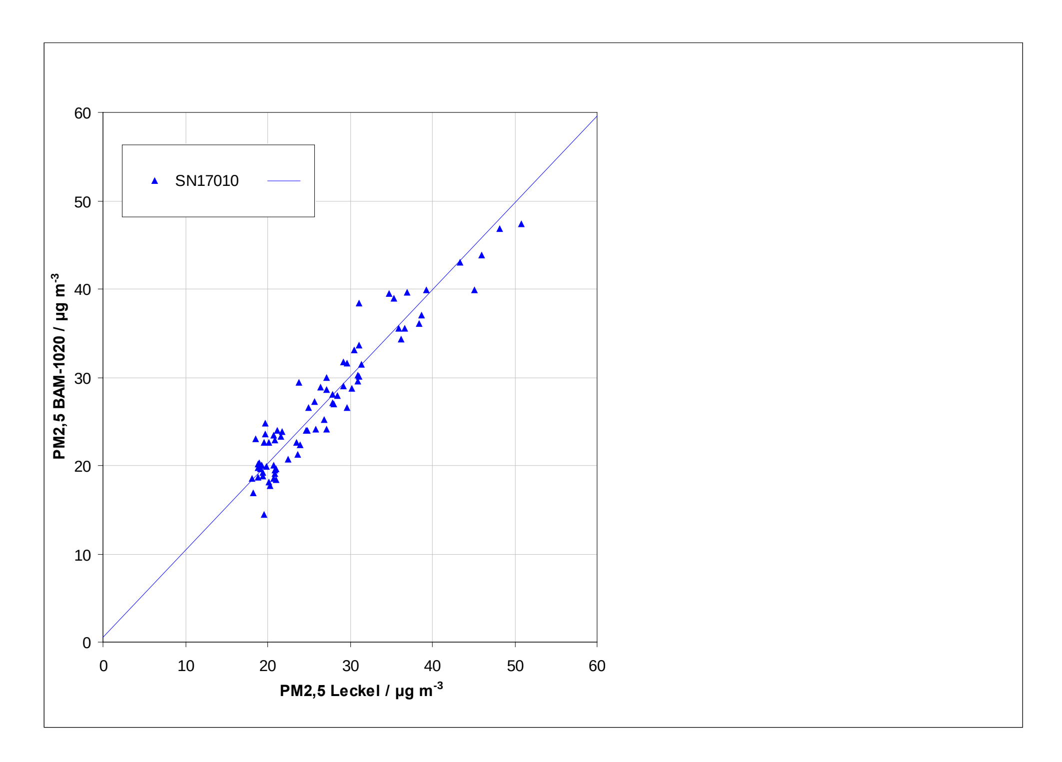


Abbildung 62: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Werte ≥ 18 µg/m³

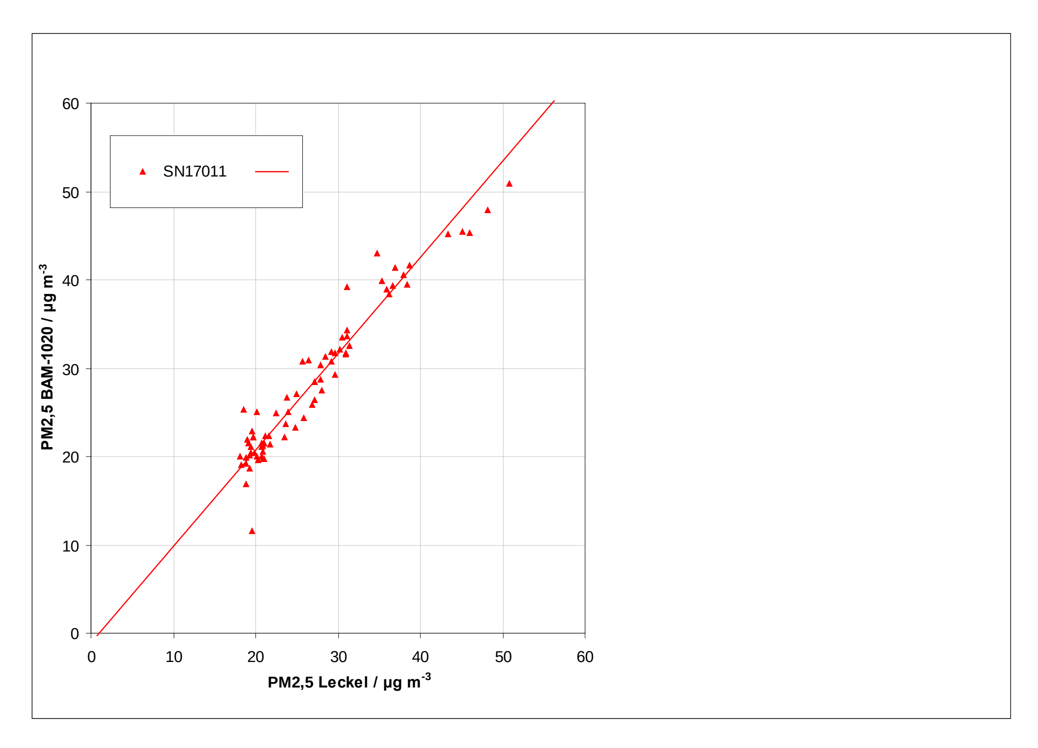


Abbildung 63: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Werte ≥ 18 µg/m³

7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7]

Ist die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.2.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ erfüllen.

7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

7.3 Durchführung der Prüfung

Siehe Modul 9.5.2.2 – 9.5.6.

7.4 Auswertung

Tritt bei der Auswertung der Rohwerte gemäß Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 der Fall $W_{CM} > W_{dqo}$ auf, d.h. Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet, dann ist es zulässig, einen Korrekturfaktor oder -term anzuwenden, der aus der Regressionsgleichung für den gesamten Datensatz resultiert. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen für alle Datensätze oder Teildatensätze erfüllen (siehe Modul 9.5.2.2 – 9.5.6). Darüber hinaus kann eine Korrektur auch für den Fall, dass $W_{CM} \leq W_{dqo}$ ist, genutzt werden, um die Genauigkeit der Prüflinge zu verbessern.

Es können drei verschiedene Fälle auftreten:

a) Steigung b nicht signifikant von 1 verschieden: $|b-1| \leq 2u(b)$,
   Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden: $|a| > 2u(a)$

b) Steigung b signifikant von 1 verschieden: $|b-1| > 2u(b)$,
   Achsenabschnitt a nicht signifikant von 0 verschieden: $|a| \leq 2u(a)$

c) Steigung b signifikant von 1 verschieden: $|b-1| > 2u(b)$
   Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden: $|a| > 2u(a)$

zu a)

Der Wert des Achsenabschnittes a kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte y_i gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = y_i - a$$

Die resultierenden Werte von $y_{i,corr}$ können dazu dienen, mit einer linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u^2_{c_s}(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [c + (d-1)x_i]^2 + u^2(a)$$

mit u(a) = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes a, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 ermittelt.

zu b)

Der Wert der Steigung b kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte y_i gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i}{b}$$

Die resultierenden Werte von $y_{i,corr}$ können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u^2_{c_s}(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [c + (d-1)x_i]^2 + x_i^2 u^2(b)$$

mit u(b) = Unsicherheit der Originalsteigung b, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 ermittelt.

zu c)

Die Werte der Steigung b und des Achsenabschnittes a können als Korrekturterme verwendet werden, um alle Eingangswerte y_i gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i - a}{b}$$

Die resultierenden Werte von $y_{i,corr}$ können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u^2_{c_s}(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [c + (d-1)x_i]^2 + x_i^2 u^2(b) + u^2(a)$$

mit u(b) = Unsicherheit der Originalsteigung b, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln und mit u(a) = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes a, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 ermittelt

Die Werte für $u_{c_s,corr}$ werden dann zur Berechnung der kombinierten relativen Unsicherheit der Prüflinge nach der Korrektur gemäß der folgenden Gleichung herangezogen:

$$w^2_{c,CM,corr}(y_i) = \frac{u^2_{c_s,corr}(y_i)}{y_i^2}$$

Für den korrigierten Datensatz wird die Unsicherheit $w_{c,CM,corr}$ am 24 h-Grenzwert berechnet, wobei y_i als Konzentration am Grenzwert eingesetzt wird.

Die erweiterte relative Unsicherheit $W_{CM,corr}$ wird entsprechend der folgenden Gleichung berechnet:

$$W_{CM',corr} = k \cdot w_{CM,corr}$$

In der Praxis wird bei großen n für k = 2 eingesetzt.

Die größte resultierende Unsicherheit $W_{CM,corr}$ wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1. $W_{CM,corr} \leq W_{dqo}$ → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2. $W_{CM,corr} > W_{dqo}$ → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit W_{dqo} beträgt für Feinstaub 25 % [7].

7.5 Bewertung

Die Prüflinge erfüllen während der Prüfung die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen schon ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Die Auswertung des Gesamtdatensatzes für beide Prüflinge ergibt jedoch einen signifikanten Achsabschnitt (siehe Tabelle 34). Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei 0,764. Aus diesem Grunde wurde eine Achsabschnittskorrektur des gesamten Datensatzes durchgeführt und mit den korrigierten Werten alle Datensätze neu ausgewertet. Alle Datensätze erfüllen auch nach der Korrektur die Anforderungen an die Datenqualität. und die Verbesserung in den erweiterten Messunsicherheiten ist nur marginal, obwohl es in einigen Fällen sogar zu einer Erhöhung kommt (z.B. Teddington (Winter) für 17010).

Die Version des Leitfadens vom Juli 2009 verlangt für den Fall des Betriebs der Messeinrichtung in einem Messnetz, dass die Geräte jährlich an einer Anzahl von Messstellen, die wiederum abhängig ist von der höchsten erweiterten Unsicherheit in der Äquivalenzprüfung, überprüft werden. Das entsprechende Kriterium zur Festlegung der Anzahl der Messstellen ist in 5 % Schritte unterteilt (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6). Es bleibt festzustellen, dass die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit sowohl vor als auch nach der Korrektur des Achsabschnitts bei SN 17011 in Bornheim (Sommer) im Bereich 20 % bis 25 % liegt.

Die Anwendung eines Korrekturfaktors für den BAM-1020 für PM2,5 verbessert daher die erweiterten Messunsicherheiten leicht, bringt aber keinen entscheidenden Vorteil. Der Nachweis der Äquivalenz der Messeinrichtung BAM-1020 für PM2,5 kann auch ohne Anwendung von Korrekturfaktoren und -termen gezeigt werden.

Die entsprechende Umsetzung der oben genannten Anforderung zur regelmäßigen Überprüfung in den Messnetzen liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfehlen der TÜV Rheinland wie auch die englischen Partner, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes des Datensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 12,6 % (unkorrigierter Datensatz) respektive 11,6 % (Datensatz nach Offset-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten erfordern würde.

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 35 zeigt die Ergebnisse der Auswertungen der Äquivalenzprüfung nach Anwendung des Korrekturfaktors für den Achsabschnitt auf den Gesamtdatensatz.

Tabelle 35: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 17010 & SN 17011, nach Korrektur Achsabschnitt

BAM-1020, PM2,5 korrigiert um Achsabschnitt 0,764	33.1% > 17 µg m-3	Orthogonale Regression								Unsicherheit zwischen den Geräten	
	W_{CM} / %	n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- ub			Achsabschnitt (a) +/- ua			Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	11.6	248	0.967	1.000	+/-	0.012	0.000	+/-	0.204	0.33	1.38
< 18 µg m-3	10.5	174	0.889	0.971	+/-	0.025	0.302	+/-	0.267	0.34	1.05
> 18 µg m-3	14.9	74	0.926	1.031	+/-	0.033	-0.832	+/-	0.919	0.30	1.57

SN 17010	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 30 µg m^3	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- ub			Achsabschnitt (a) +/- ua			W_{CM} / %	% > 17 µg m^3
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.931	0.994	+/-	0.030	1.058	+/-	0.372	14.46	19.2
	Köln (Winter)	75	0.957	0.980	+/-	0.024	0.196	+/-	0.512	12.96	56.0
	Bornheim (Sommer)	53	0.941	1.052	+/-	0.036	-1.726	+/-	0.527	11.08	20.8
	Teddington (Winter)	45	0.991	0.970	+/-	0.014	-0.946	+/-	0.300	14.40	35.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m^3	175	0.849	0.955	+/-	0.028	0.373	+/-	0.306	13.21	4.6
	> 18 µg m^3	76	0.907	0.984	+/-	0.035	-0.180	+/-	0.975	16.67	100.0
	Alle Standorte	251	0.957	0.969	+/-	0.013	0.225	+/-	0.226	13.78	33.5

SN 17011	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 30 µg m^3	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- ub			Achsabschnitt (a) +/- ua			W_{CM} / %	% > 17 µg m^3
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.955	1.016	+/-	0.025	0.254	+/-	0.308	11.85	19.2
	Köln (Winter)	75	0.977	1.061	+/-	0.019	-0.334	+/-	0.405	14.00	56.0
	Bornheim (Sommer)	57	0.901	1.134	+/-	0.048	-2.262	+/-	0.727	20.72	21.1
	Teddington (Winter)	43	0.992	0.991	+/-	0.014	-0.134	+/-	0.293	7.59	32.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m^3	178	0.881	1.021	+/-	0.026	-0.130	+/-	0.286	11.10	4.5
	> 18 µg m^3	75	0.929	1.092	+/-	0.034	-1.872	+/-	0.952	16.67	100.0
	Alle Standorte	253	0.966	1.041	+/-	0.012	-0.387	+/-	0.214	13.52	32.8

8 Empfehlungen zum Praxiseinsatz

Arbeiten im Wartungsintervall (4 Wochen)

Folgende regelmäßige Arbeiten sind an der geprüften Messeinrichtung erforderlich:

- Regelmäßige Sichtkontrolle / Telemetrische Überwachung
- Gerätestatus in Ordnung
- Keine Fehlermeldungen
- Keine Verschmutzungen
- Überprüfung der Gerätefunktionen nach Anweisung des Herstellers
- Kontrolle des Filterbandvorrates
- Wartung des Probenahmekopfes gemäß Herstellerangaben
- Alle 4 Wochen: Plausibilitätskontrolle Temperatur-, Drucksensoren, ggf. Nachkalibrierung
- Alle 4 Wochen: Überprüfung der Dichtigkeit und der Durchflussrate

Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

Die Messeinrichtung führt bei jedem Messzyklus standardmäßig eine interne Überprüfung des Nullpunktes (Leermessung) sowie der Empfindlichkeit (Messung mit Referenzfolie) durch. Die Ergebnisse dieser Überprüfungen können zur kontinuierlichen Überprüfung der Stabilität der radiometrischen Messung verwendet werden.

Weitergehende Wartungsarbeiten

Über die regelmäßigen Wartungsarbeiten im Wartungsintervall hinausgehend sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Nach ca. 2 Monaten Austausch des Filterbandes (Messzyklus: 60 min). Nach dem Austausch sollte in jedem Fall ein Geräteselbsttest gemäß Kapitel 3.5 des Handbuchs durchgeführt werden.
- Alle 2 Monate Kalibrierung der Durchflussrate.
- Alle 6 Monate Abluftschalldämpfer an der Pumpe tauschen.
- Alle 6 Monate Sensoren für die Umgebungstemperatur, Luftdruck, Filter-Temperatur und Filter-rH gemäß Bedienungshandbuch überprüfen.
- Alle 6 Monate den Flowcontroller, die Pumpe und die Probenahmeheizung gemäß Bedienungshandbuch überprüfen.
- Alle 12 Monate sollte eine 72-stündiger BKGD-Test mit Hilfe des Nullfilter-Kits BX-302 gemäß Handbuch Punkt 7.7 durchgeführt werden.
- Einmal im Jahr sind zusätzlich im Rahmen einer jährlichen Grundwartung die Kohleschieber der Vakuumpumpe (nur Drehschieberpumpe) zu kontrollieren und ggf. auszutauschen.
- Während der jährlichen Grundwartung ist auch auf die Reinigung des Probenahmerohres zu achten.

Weitere Einzelheiten können der Bedienungsanleitung entnommen werden.

Immissionsschutz/Luftreinhaltung

Karsten Pletscher   Dr. Peter Wilbring

Köln, 26.03.2010
936/21209919/A



9 Literaturverzeichnis

[1] VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002

[2] VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004

[3] Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM2,5-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005

[4] Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung vom Juli 2009

[5] Bedienungshandbuch BAM-1020, Stand 9800-RevG

[6] Bedienungshandbuch LVS3, Stand 2000

[7] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa

[8] Bericht „UK Equivalence Programme for Monitoring of Particulate Matter“, Berichts-Nr.: BV/AQ/AD202209/DH/2396 vom 05.06.2006

10 Anlagen

Anhang 1	**Mess- und Rechenwerte**
Anlage 1:	Nachweisgrenze
Anlage 2:	Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes / der Empfindlichkeit
Anlage 3:	Netzspannungsabhängigkeit
Anlage 4:	Messwerte aus den Feldteststandorten
Anlage 5:	Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten
Anlage 6:	Software-Version BAM-1020
Anhang 2	**Verfahren zur Filterwägung**
Anhang 3	**Handbücher**



Anlage 1 **Nachweisgrenze** **Blatt 1 von 1**

Hersteller: Met One Instruments

Gerätetyp: BAM-1020 Standards: NP Messwert mit Nullfilter

Serien-Nr.: SN 17010 & SN 17011

Nr.	Datum	Messwerte [µg/m³] SN 17010	Messwerte [µg/m³] SN 17011
1	14.05.2009	-0,76	-0,62
2	15.05.2009	-1,18	-1,45
3	16.05.2009	-0,97	-1,70
4	17.05.2009	-0,01	-1,62
5	18.05.2009	-0,72	-1,33
6	19.05.2009	-0,68	-0,45
7	20.05.2009	0,37	-0,53
8	21.05.2009	-1,72	-1,99
9	22.05.2009	-0,64	-0,91
10	23.05.2009	0,70	-1,45
11	24.05.2009	-1,05	-0,49
12	25.05.2009	-0,80	-0,78
13	26.05.2009	-0,47	-1,16
14	27.05.2009	-0,09	-0,53
15	28.05.2009	-0,22	-1,41
	Anzahl Werte	15	15
	Mittelwert	-0,55	-1,09
	Standardabweichung s_{x0}	0,62	0,51
	Nachweisgrenze X	**1,33**	**1,09**

$$s_{xo} = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \cdot \sum_{i=1,n} (x_{0i} - \overline{x_0})^2}$$

Anlage 2 **Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt/Referenzpunkt** **Blatt 1 von 1**

Hersteller: Met One Instruments

Gerätetyp: BAM-1020

Serien-Nr.: SN 17010 & SN 17011

Standards:
NP Messwert mit Nullfilter
RP eingebaute Referenzfolie

			Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3	
SN 17010	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]
NP	1	20	1,4	-	0,1	-	2,4	-
	2	5	1,6	0,2	1,7	1,6	1,5	-0,9
	3	20	-1,0	-2,4	0,7	0,7	0,7	-1,7
	4	40	-1,3	-2,8	2,1	2,0	0,2	-2,3
	5	20	0,1	-1,4	1,1	1,0	4,5	2,1
SN 17011	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]
NP	1	20	-0,7	-	-1,6	-	-1,7	-
	2	5	-0,4	0,3	-0,5	1,0	-0,1	1,6
	3	20	-0,7	0,0	-1,0	0,5	-1,0	0,6
	4	40	-2,5	-1,8	-3,0	-1,4	-3,2	-1,5
	5	20	-1,6	-0,9	-0,7	0,9	-1,2	0,4
SN 17010	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]
RP	1	20	829,8	-	829,6	-	829,3	-
	2	5	829,4	0,0	829,3	0,0	829,3	0,0
	3	20	829,7	0,0	829,7	0,0	829,6	0,0
	4	40	830,8	0,1	830,7	0,1	831,8	0,3
	5	20	829,6	0,0	829,3	0,0	829,6	0,0
SN 17011	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]
RP	1	20	822,9	-	821,9	-	823,3	-
	2	5	821,8	-0,1	822,4	0,1	823,3	0,0
	3	20	822,6	0,0	823,3	0,2	823,7	0,0
	4	40	823,8	0,1	825,4	0,4	826,4	0,4
	5	20	821,9	-0,1	823,3	0,2	823,8	0,1



Anlage 3 **Netzspannungsabhängigkeit am Referenzpunkt** **Blatt 1 von 1**

Hersteller: Met One Instruments
Gerätetyp: BAM-1020
Serien-Nr.: SN 17010 & SN 17011
Standards: RP eingebaute Referenzfolie

			Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3	
SN 17010	Nr.	Spannung [V]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]
RP	1	230	827,7	-	828,6	-	828,4	-
	2	190	828,3	0,1	829,3	0,1	829,9	0,2
	3	230	828,8	0,1	828,2	0,0	828,2	0,0
	4	245	828,1	0,0	828,1	-0,1	829,3	0,1
	5	230	829,8	0,3	828,4	0,0	829,0	0,1
SN 17011	Nr.	Spannung [V]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]
RP	1	230	823,1	-	823,2	-	822,4	-
	2	190	823,2	0,0	822,7	-0,1	823,3	0,1
	3	230	822,1	-0,1	821,6	-0,2	823,7	0,2
	4	245	823,4	0,0	823,1	0,0	822,4	0,0
	5	230	821,8	-0,2	822,5	-0,1	822,6	0,0

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 1 von 13**

Hersteller: Met One Instruments

Gerätetyp: BAM-1020

Serien-Nr.: SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
1	24.07.2008			32,9	32,0				Nullfilter	Teddington
2	25.07.2008	15,4	15,1	22,5	23,6	65,9	13,6	15,3		(Sommer)
3	26.07.2008			21,0	21,6		15,5	14,1	Ausreisser Ref. PM2,5	
4	27.07.2008	13,1	13,2	19,0	19,9	67,8	16,5	15,5		
5	28.07.2008	13,5	13,6	20,3	20,3	66,9	15,0	15,1		
6	29.07.2008	4,2	4,7	11,8	12,1	37,4	7,7	6,0		
7	30.07.2008	9,6	9,5	16,2	16,5	58,4	12,2	9,5		
8	31.07.2008	10,8	11,0	22,2	22,4	49,0	15,2	15,5		
9	01.08.2008	4,2	5,5	16,3	15,5	30,3	9,1	7,7		
10	02.08.2008	2,4	2,2				5,3	4,4	Ausreisser Ref. PM10	
11	03.08.2008	2,0	2,5	8,2	8,4	26,8	3,0	4,9		
12	04.08.2008	3,4	4,4	9,4	9,6	41,1	5,2	4,7		
13	05.08.2008	3,1	3,6	7,5	7,3	45,1	8,4	7,0		
14	06.08.2008								Stromausfall	
15	07.08.2008	5,4	6,2	11,9	11,4	50,2			Stromausfall	
16	08.08.2008	5,2	6,2	9,9	9,6	58,5	7,8	6,7		
17	09.08.2008	2,3	3,3	7,1	7,3	39,3	5,0	6,4		
18	10.08.2008	3,9	4,1	11,7	11,2	34,7	4,0	5,1		
19	11.08.2008	5,6	6,0	13,7	13,5	42,7	6,1	6,4		
20	12.08.2008	3,5	3,5	10,6	10,5	33,2	3,1	3,3		
21	13.08.2008	3,5	3,8	11,8	11,4	31,7	4,2	3,7		
22	14.08.2008	6,1	6,5	11,0	11,1	56,9	7,6	6,0		
23	15.08.2008	5,6	6,3	10,0	11,6	55,4	6,6	5,0		
24	16.08.2008	5,5	5,5				5,7	4,8	Ausreisser Ref. PM10	
25	17.08.2008	2,7	2,7	8,7	8,5	31,2	3,7	4,3		
26	18.08.2008								Nullfilter	
27	19.08.2008	4,6	4,7	12,5	13,0	36,6	5,2	7,0		
28	20.08.2008	3,9	4,1	10,2	10,1	39,6	6,4	6,2		
29	21.08.2008	6,5	6,8	13,2	13,5	50,2	8,9	7,5		
30	22.08.2008	5,2	4,9	9,5	9,3	53,6	6,3	5,0		



Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 2 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
31	23.08.2008	4,5	4,4	9,2	9,5	47,4	7,0	5,6		Teddington (Sommer)
32	24.08.2008	3,5	3,5	8,6	8,7	40,3	5,7	4,3		
33	25.08.2008	6,5	6,5	12,9	13,0	50,0	10,2	9,9		
34	26.08.2008	4,8	4,9	10,7	9,5	47,9	8,3	7,0		
35	27.08.2008	7,4	7,0	13,4	13,6	53,2	10,7	10,4		
36	28.08.2008	9,6	9,3	14,1	14,2	66,8	12,1	12,4		
37	29.08.2008	13,7	12,8	20,1	19,1	67,8	16,8	19,3		
38	30.08.2008	31,6	30,5	43,8	43,2	71,4	38,3	39,2		
39	31.08.2008	13,3	12,1	22,0	21,6	58,5	18,7	16,8		
40	01.09.2008	2,9	2,6	8,1	8,1	33,9	5,5	4,6		
41	02.09.2008	3,0	2,4	11,8	12,4	22,3	4,1	5,0		
42	03.09.2008	3,6	3,3	14,2	14,3	24,2	5,5	6,0		
43	04.09.2008	4,1	3,7				6,5	4,4	Ausreisser Ref. PM10	
44	05.09.2008	2,6	2,7	7,5	7,6	35,0	2,7		Referenzfolie 17011 klemmt, 4h Ausfall wg. Reparatur	
45	06.09.2008	3,4	3,6	8,0	7,6	44,9	4,1	4,8		
46	07.09.2008	3,1	2,7	8,4	8,2	34,8	5,8	4,9		
47	08.09.2008	6,4	6,6	14,7	14,2	45,0	9,0	7,5		
48	09.09.2008	6,0	5,2	14,4	14,2	39,1	8,3	6,4		
49	10.09.2008	4,3	4,1	11,0	10,6	38,6	10,1	6,1		
50	11.09.2008	6,5	5,4	17,2	17,5	34,2	9,2	7,0		
51	12.09.2008	5,5	5,1	9,4	9,1	57,3	8,0	6,4		
52	13.09.2008	15,5	15,4	20,4	20,7	75,5	18,8	16,2		
53	14.09.2008	10,9	10,3	18,1	17,4	60,0	13,0	11,2		
54	15.09.2008	11,8	12,3	17,5	17,5	68,6	12,5	11,3		
55	16.09.2008	17,7	17,4	24,6	24,2	72,0	18,5	17,1		
56	17.09.2008	19,4	19,2	26,9	28,1	70,3	20,0	18,6		
57	18.09.2008	17,0	17,2	24,5	23,6	71,3	17,9	16,9		
58	19.09.2008	20,7	20,9	29,3	29,4	70,9	22,9	21,3		
59	20.09.2008	21,7	21,4	26,9	26,6	80,6	23,2	22,4		
60	21.09.2008	21,6	22,0	28,6	28,1	76,9	23,8	21,3		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 3 von 13**

Hersteller: Met One Instruments

Gerätetyp: BAM-1020

Serien-Nr.: SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
61	22.09.2008	14,8	15,0	22,3	22,6	66,3	17,4	15,3		Teddington
62	23.09.2008	6,3	6,1	18,0	17,8	34,5			Nullfilter	(Sommer)
63	24.09.2008	11,4	11,4	18,8	19,7	59,1		13,5	Filtertape 17010 gerissen	
64	25.09.2008	16,1	16,5	26,7	26,4	61,2	19,0	17,9		
65	26.09.2008	17,5	17,4	29,9	29,7	58,5	21,1	19,4		
66	27.09.2008	27,2	27,2	35,7	35,6	76,4	29,9	28,4		
67	28.09.2008						20,4	17,8		
68	29.09.2008	4,3	4,4	7,4	8,5	54,9	5,3	3,6		
69	30.09.2008	3,2	3,3	6,9	6,7	48,3	3,9	3,7		
70	01.10.2008						3,5	2,4		
71	02.10.2008						5,4	3,9		
72	03.10.2008						7,3	5,7		
73	04.10.2008						3,0	1,4		
74	05.10.2008						5,7	3,7		
75	06.10.2008						7,5	6,4		
76	07.10.2008						5,5	5,4		
77	08.10.2008						14,0	11,3		
78	09.10.2008	8,9	10,1	18,4	18,0	52,2	11,2	9,8		
79	10.10.2008	10,5	10,6	19,5	19,6	54,1	12,4	10,8		
80	11.10.2008	15,6	15,8	22,6	22,6	69,5	20,7	17,8		
81	12.10.2008	20,4	21,1	25,9	25,9	80,1	23,4	21,5		
82	13.10.2008	8,3	8,4	14,6	14,4	57,6	10,5	9,5		
83	14.10.2008	6,1	6,4	11,4	12,2	52,7	10,2	7,1		
84	15.10.2008	3,9	3,8	8,2	8,6	46,0	5,7	3,1		
85	16.10.2008								Nullfilter	
86	17.10.2008								Nicht in Betrieb	
87	18.10.2008								Nicht in Betrieb	
88	19.10.2008								Nicht in Betrieb	
89	20.10.2008								Nicht in Betrieb	
90	21.10.2008						7,5	7,5		



Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 4 von 13**

Hersteller: Met One Instruments
Gerätetyp: BAM-1020
Serien-Nr.: SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
91	22.10.2008						8,2	7,7		Teddington (Sommer)
92	23.10.2008						5,4	4,2		
93	24.10.2008						12,1	10,5		
94	25.10.2008						11,2	9,5		
95	26.10.2008						4,4	2,2		
96	27.10.2008						11,0	9,4		
97	28.10.2008						6,8	8,5		
98	29.10.2008						15,8	17,1		
99	30.10.2008						10,5	11,0		
100	31.10.2008	11,7	12,0	16,9	18,5	66,9	9,5	10,2		
101	01.11.2008	14,8	15,1	18,3	19,2	79,9	12,6	14,2		
102	02.11.2008	20,4	20,0	25,5	25,8	78,7	18,0	20,0		
103	03.11.2008	20,7	20,9	27,0	27,8	76,0	19,0	20,5		
104	04.11.2008	31,1	30,9	37,5	38,4	81,7	29,5	31,6		
105	05.11.2008	29,7	29,6	35,5	36,2	82,8	26,6	29,3		
106	06.11.2008	23,5	23,8	28,2	28,6	83,2	21,2	23,6		
107	07.11.2008	6,8	6,7	15,2	14,7	45,4	6,6	8,0		
108	08.11.2008	3,5	3,5	8,6	9,4	39,1	3,7	4,1		
109	09.11.2008	4,1	4,0	11,5	11,9	34,8	4,5	3,9		
110	04.12.2008						6,2	8,4		Köln (Winter)
111	05.12.2008	9,1	9,2	12,5	13,0	71,6	7,5	9,9		
112	06.12.2008						13,8	18,0		
113	07.12.2008	17,4	17,2	22,6	22,8	76,1	16,7	18,4		
114	08.12.2008	15,2	15,8	18,2	18,3	84,8	14,1	16,7		
115	09.12.2008	22,7	22,2				20,7	24,9	Ausreisser Ref. PM10	
116	10.12.2008	19,9	18,8	24,1	23,9	80,6	18,8	20,4		
117	11.12.2008	24,0	24,0	28,3	29,3	83,2	22,4	25,1		
118	12.12.2008	17,3	16,6	19,1	19,5	87,8	15,5	18,1		
119	13.12.2008	17,9	18,5				16,9	19,1	Ausreisser Ref. PM10	
120	14.12.2008						36,6	42,1		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 5 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
121	15.12.2008	31,3	31,4	34,9	34,7	90,1	31,5	32,5		Köln
122	16.12.2008	16,8	16,4	19,6	20,4	83,1	17,6	20,2		(Winter)
123	17.12.2008	20,1	20,1	32,3	33,2	61,5	22,5	25,1		
124	18.12.2008						12,1	14,5		
125	19.12.2008			20,3	21,6		10,5	12,1		
126	20.12.2008						7,4	8,9		
127	21.12.2008	7,1	8,5	11,1	11,1	70,5	8,6	8,7		
128	22.12.2008						15,4	15,9		
129	23.12.2008						21,2	22,6		
130	24.12.2008						24,1	25,4		
131	25.12.2008						8,2	7,4		
132	26.12.2008						12,0	12,3		
133	27.12.2008						19,7	20,9		
134	28.12.2008	27,9	27,9	33,7	33,9	82,6	27,0	30,3		
135	29.12.2008						33,5	37,0		
136	30.12.2008						45,7	48,9		
137	31.12.2008						98,2	111,5		
138	01.01.2009						82,0	88,9		
139	02.01.2009						46,3	47,5		
140	03.01.2009						32,9	36,9		
141	04.01.2009	30,0	30,4	35,1	36,7	84,1	28,7	32,1		
142	05.01.2009	14,7	15,4	17,0	16,3	90,3	14,1	16,8		
143	06.01.2009	34,6	34,8	49,7	48,6	70,7	39,4	43,0		
144	07.01.2009								Nullfilter	
145	08.01.2009						35,5	36,3		
146	09.01.2009	38,8	38,6	48,6	47,7	80,4	37,0	41,6		
147	10.01.2009	45,7	44,6	48,3	48,8	92,9	39,9	45,4		
148	11.01.2009						41,9	46,5		
149	12.01.2009	38,4	38,4	42,7	42,9	89,7	36,0	39,4		
150	13.01.2009	36,3	36,0	41,7	41,6	86,8	34,3	38,3		



Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 6 von 13**

Hersteller: Met One Instruments
Gerätetyp: BAM-1020
Serien-Nr.: SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
151	14.01.2009	31,1	31,3	38,2	38,2	81,5	30,1	33,7		Köln (Winter)
152	15.01.2009	28,4	28,5	32,2	32,0	88,6	27,9	31,3		
153	16.01.2009	36,6	36,8	39,9	40,2	91,6	35,5	39,3		
154	17.01.2009						16,8	16,5		
155	18.01.2009	5,0	4,4	8,5	7,9	57,3	5,9	6,1		
156	19.01.2009	3,0	3,3	6,7	5,9	50,0	5,0	4,9		
157	20.01.2009			14,2	14,5		9,7	11,0	Ausreisser Ref. PM2,5	
158	21.01.2009	16,0	16,0	21,2	21,6	74,5	16,3	17,8		
159	22.01.2009	6,2	6,3	9,0	8,6	71,3	7,7	7,2		
160	23.01.2009	5,3	4,9	9,2	9,1	55,5	7,2	7,2		
161	24.01.2009						17,4	18,7		
162	25.01.2009	16,4	16,6	21,0	20,4	79,4	16,4	17,6		
163	26.01.2009	35,1	35,5	44,8	43,8	79,6	38,9	39,9		
164	27.01.2009	31,0	31,2	37,4	37,5	83,0	33,6	34,3		
165	28.01.2009	29,9	29,4	33,5	33,9	87,9	31,5	31,7		
166	29.01.2009						28,4	31,3		
167	30.01.2009	23,6	24,1	29,5	29,2	81,2	29,4	26,6		
168	31.01.2009						7,1	7,9		
169	01.02.2009	15,2	15,6	17,8	18,1	85,9	18,7	18,3		
170	02.02.2009								Nullfilter	
171	03.02.2009			41,3	41,0		37,1	39,4	Ausreisser Ref. PM2,5	
172	04.02.2009	30,9	30,2	34,3	34,2	89,1	33,0	33,5		
173	05.02.2009	17,6	17,1	21,2	21,2	81,9	19,0	19,1		
174	06.02.2009	19,4	19,8	23,5	23,7	83,0	22,5	22,9		
175	07.02.2009						22,9	22,5		
176	08.02.2009	12,4	12,6	16,1	16,1	77,3	15,2	13,8		
177	09.02.2009	7,1	6,7	10,8	10,4	64,9	8,6	7,1		
178	10.02.2009						8,3	8,2		
179	11.02.2009	11,5	11,9	16,8	16,6	70,1	13,9	12,7		
180	12.02.2009	12,2	13,1	21,8	22,7	57,0	16,9	16,4		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 7 von 13**

Hersteller: Met One Instruments
Gerätetyp: BAM-1020
Serien-Nr.: SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
181	13.02.2009	19,8	19,6	25,9	26,3	75,4	23,6	22,2		Köln (Winter)
182	14.02.2009						28,9	28,7		
183	15.02.2009	19,5	19,9	24,7	25,1	79,0	24,8	22,2		
184	16.02.2009			17,7	18,2		15,8	16,3	Ref.2 PM2,5 nicht gelaufen	
185	17.02.2009	10,7	10,5	12,7	13,1	82,0	10,3	11,0		
186	18.02.2009	15,0	14,5	21,0	21,6	69,2	14,9	16,2		
187	19.02.2009	30,9	31,0	38,8	38,8	79,7	30,2	31,7		
188	20.02.2009	12,9	13,1	18,3	18,3	70,8	14,7	16,0		
189	21.02.2009						23,1	24,7		
190	22.02.2009	13,5	13,9	20,2	20,8	66,7	15,0	14,0		
191	23.02.2009	6,6	6,0	14,6	15,0	42,4	6,6	8,5		
192	24.02.2009	19,1	18,9	29,9	30,5	63,0	20,3	21,9		
193	25.02.2009	26,9	27,3	36,3	35,5	75,4	28,6	28,4		
194	26.02.2009	20,0	19,6	30,7	30,7	64,6	19,8	20,4		
195	27.02.2009	21,1	21,2	28,3	28,2	74,9	24,0	22,4		
196	28.02.2009	25,0	25,0	31,4	31,5	79,6	26,5	27,1		
197	01.03.2009						31,5	33,1		
198	02.03.2009	28,0	27,8	36,9	37,1	75,3	28,0	28,7		
199	03.03.2009	20,8	21,2	25,9	25,7	81,4	19,6	21,4		
200	04.03.2009								Nullfilter	
201	05.03.2009	15,2	13,7	15,2	16,0	92,8	14,7	14,9		
202	06.03.2009	16,1	14,8	21,4	21,9	71,6	16,0	17,9		
203	07.03.2009	18,7	18,9	26,1	26,1	71,9	18,7	16,9		
204	08.03.2009						5,6	6,9		
205	09.03.2009						8,0	9,2		
206	10.03.2009						8,3	9,7		
207	11.03.2009	13,0	13,2	21,4	21,6	60,7	13,9	14,2		
208	12.03.2009	19,1	19,2	24,1	24,5	78,8	19,5	21,5		
209	13.03.2009	16,3	16,9	28,8	28,2	58,4	17,1	17,1		
210	14.03.2009	17,2	17,6	25,7	26,3	66,9	17,4	18,2		



Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 8 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
211	15.03.2009						8,6	10,5		Köln
212	16.03.2009	26,4	26,4	37,0	37,5	70,9	28,9	30,8		(Winter)
213	17.03.2009	24,5	24,9	36,8	36,7	67,4	24,0	23,3		
214	18.03.2009	23,2	23,8	38,1	38,6	61,3	22,6	22,2		
215	19.03.2009	17,3	17,9	28,5	29,2	61,0	15,4	15,3		
216	20.03.2009	16,0	14,1	26,1	27,0	56,7	13,8	15,8		
217	21.03.2009						43,5	45,4		
218	22.03.2009	19,0	18,5	32,7	32,1	57,8	20,1	19,2		
219	23.03.2009	9,9	10,1	20,8	20,4	48,6	10,2	10,4		
220	24.03.2009	8,5	8,9	15,7	16,0	54,8	8,0	8,7		
221	25.03.2009	9,2	8,8	14,0	14,4	63,2	10,1	11,4		
222	26.03.2009	7,2	7,8	10,9	11,5	67,0	8,2	7,1		
223	27.03.2009	8,4	8,4	12,9	12,3	67,0	8,5	8,4		
224	28.03.2009	7,3	6,5	9,3	8,9	75,6	5,7	8,4		
225	29.03.2009						14,2	17,5		
226	30.03.2009						24,2	24,7		
227	31.03.2009						24,1	25,9		
228	01.04.2009						25,7	26,2		
229	02.04.2009								Nullfilter	
230	03.04.2009						63,6	66,4		
231	04.04.2009						90,4	92,0		
232	05.04.2009						78,4	77,4		
233	06.04.2009						31,7	29,9		
234	07.04.2009						22,2	21,4		
235	08.04.2009						7,0	4,8		
236	09.04.2009						9,2	8,3		
237	10.04.2009						17,3	17,4		
238	11.04.2009						35,5	38,5		
239	12.04.2009						124,1	126,7		
240	13.04.2009						110,7	105,1		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 9 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
241	09.08.2009	38,1	37,7					40,5	17010 zeigt Spitzen in	Bornheim
242	10.08.2009							29,4	Messwerten und	(Sommer)
243	11.08.2009	12,4	11,9					10,6	Stabilitätswerten	
244	12.08.2009	9,6	10,0						Austausch PMT für 17010	
245	13.08.2009								Nullfilter	
246	14.08.2009								Nullfilter	
247	15.08.2009						11,5	10,7		
248	16.08.2009	16,5	16,7	22,8	22,8	72,8	15,0	13,9		
249	17.08.2009	15,0	15,0	24,1	23,7	62,7	15,7	14,1		
250	18.08.2009	12,4	13,0	20,1	19,7	63,7	13,3	13,3		
251	19.08.2009	16,8	17,2	24,0	24,3	70,3	15,0	13,7		
252	20.08.2009	19,6	19,4	33,4	32,7	59,1	14,4	11,6		
253	21.08.2009	8,0	8,2	18,9	18,7	43,0	9,7	8,1		
254	22.08.2009						10,8	9,6		
255	23.08.2009	11,7	12,0	17,2	17,6	68,1	10,7	9,1		
256	24.08.2009	14,3	13,8	19,1	20,4	71,3	12,0	11,3		
257	25.08.2009			21,4	21,2		15,9	12,9	Ausreisser Ref. PM2,5	
258	26.08.2009						9,2	7,6		
259	27.08.2009	8,7	9,1	15,4	16,1	56,3	6,6	4,8		
260	28.08.2009	8,3	8,0	17,0	16,9	48,1	7,0	4,6		
261	29.08.2009						7,5	6,0		
262	30.08.2009	7,3	7,5	16,8	16,8	43,9	7,8	6,3		
263	31.08.2009	12,3	11,9	22,3	21,0	55,9	9,1	8,2		
264	01.09.2009	11,3	11,3	18,1	18,4	62,0	9,9	8,6		
265	02.09.2009	7,9	8,0	13,3	13,7	58,9		6,8	17010, Filterbandriss	
266	03.09.2009	5,3	5,3	8,0	7,2	69,1		4,4	17010, Filterbandriss	
267	04.09.2009	5,4	5,4	8,9	9,2	60,0	4,5	5,6		
268	05.09.2009						7,9	7,2		
269	06.09.2009	6,7	6,5	10,6	10,6	62,3	6,9	7,7		
270	07.09.2009	11,4	11,9	18,5	18,5	62,8	10,5	11,5		



Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 10 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
271	08.09.2009	17,0	16,9	25,2	25,0	67,5	15,2	16,5		Bornheim (Sommer)
272	09.09.2009	19,4	19,2	38,2	37,5	51,0	20,0	20,1		
273	10.09.2009	10,2	9,6	22,3	21,9	44,7	12,4	14,8		
274	11.09.2009	9,1	9,4	21,0	20,7	44,4	9,2	11,6		
275	12.09.2009						11,4	11,6		
276	13.09.2009	5,4	5,6	12,9	13,8	41,5	6,3	6,2		
277	14.09.2009								Nullfilter	
278	15.09.2009	12,6	13,0	17,2	16,8	75,0	15,0	16,2		
279	16.09.2009	25,6	25,9	34,5	33,3	76,0	27,2	30,8		
280	17.09.2009	13,6	13,8	20,8	20,2	66,8	14,3	17,2		
281	18.09.2009	18,7	19,0	24,8	25,6	74,8	19,7	19,9		
282	19.09.2009						23,1	24,7		
283	20.09.2009	36,7	37,1	45,0	45,2	81,8	39,6	41,3		
284	21.09.2009	18,2	19,0	28,7	29,1	64,3	23,0	25,3		
285	22.09.2009	14,9	15,0	27,2	28,1	54,1	17,2	17,9		
286	23.09.2009	12,9	12,7	26,8	27,0	47,5	13,2	16,4		
287	24.09.2009	14,9	14,5	23,0	22,8	64,0	14,7	16,7		
288	25.09.2009	16,3	16,1	28,6	27,4	57,9	15,6	16,9		
289	26.09.2009						14,8	15,3		
290	27.09.2009	26,0	25,7	34,9	35,8	73,0	24,0	24,3		
291	28.09.2009	28,8	29,5	44,4	45,3	65,1	29,0	30,8		
292	29.09.2009	18,0	18,3	28,0	27,8	65,1	18,5	20,0		
293	30.09.2009	19,1	19,7	25,1	25,3	77,2	19,2	21,1		
294	01.10.2009	9,6	8,9	18,5	18,8	49,5	9,7	9,8		
295	02.10.2009	12,0	12,0	25,9	26,1	46,0	10,3	11,1		
296	03.10.2009						5,9	7,7		
297	04.10.2009	5,4	6,0	10,6	11,0	52,6	5,5	4,3		
298	05.10.2009	8,2	8,4	12,5	14,0	62,7	7,4	9,3		
299	06.10.2009	12,8	12,9	17,5	18,8	70,7	13,1	13,9		
300	07.10.2009	8,7	8,5	14,0	14,3	60,9	9,1	8,7		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 11 von 13**

Hersteller: Met One Instruments

Gerätetyp: BAM-1020

Serien-Nr.: SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
301	08.10.2009	11,2	10,7	16,1	16,7	66,9	12,9	12,8		Bornheim (Sommer)
302	09.10.2009	9,1	8,5	15,6	15,6	56,4	8,1	9,3		
303	10.10.2009						10,0	10,1		
304	11.10.2009	5,8	6,6	11,6	12,0	52,4	5,1	8,0		
305	12.10.2009	4,8	4,2	9,9	9,9	45,4	5,0	6,6		
306	13.10.2009	6,2	6,3	12,5	12,5	50,0	6,5	6,8		
307	14.10.2009	11,2	10,3	15,4	15,6	69,6	10,1	11,8		
308	15.10.2009	11,2	10,2	18,0	17,8	59,8	8,9	10,7		
309	16.10.2009	6,5	6,3	16,1	15,8	40,3	5,7	8,5		
310	17.10.2009						8,4	8,5		
311	18.10.2009	11,3	11,3	18,4	18,6	60,9	10,4	10,4		
312	19.10.2009	12,8	12,8	19,6	19,6	65,1	11,9	12,5		
313	20.10.2009	15,6	14,9				13,0	14,2	Ausreisser Ref. PM10	
314	21.10.2009	20,8	21,2	27,6	28,1	75,6	18,4	19,7		
315	22.10.2009			31,7	32,3		23,3	25,0	Ausreisser Ref. PM2,5	
316	09.12.2009	11,3	11,6	27,5	27,5	41,6	10,1	10,5		Teddington (Winter)
317	10.12.2009	16,4	16,2	25,4	25,4	64,2	16,1	17,4		
318	11.12.2009	11,8	11,7	20,3	20,2	57,9	10,4	11,4		
319	12.12.2009	6,4	6,5	13,5	13,6	47,6	6,2	6,9		
320	13.12.2009	8,6	9,1	13,4	13,9	65,1	8,4	8,3		
321	14.12.2009	27,9	28,3	35,3	35,3	79,6	26,9	27,4		
322	15.12.2009	39,8	38,8	47,6	47,4	82,8	39,9		17011 Filtertape Fehler	
323	16.12.2009	24,9	24,5	30,0	30,3	82,0	24,0		17011 Filtertape Fehler	
324	17.12.2009	5,7	5,6	10,2	10,1	55,7	6,3	6,4		
325	18.12.2009	11,6	11,9	16,9	17,0	69,3	10,1	11,3		
326	19.12.2009	10,3	11,0	15,4	14,9	70,4	11,3	12,0		
327	20.12.2009	6,2	6,4	11,1	11,0	56,9	6,6	7,9		
328	21.12.2009	17,7	17,7	20,2	20,4	87,2	17,6	17,9		
329	22.12.2009	29,4	28,9				31,7	31,9	Ausreisser Ref. PM10	
330	23.12.2009						14,7	15,9		



Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 12 von 13**

Hersteller: Met One Instruments
Gerätetyp: BAM-1020
Serien-Nr.: SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
331	24.12.2009						16,5	17,5		Teddington
332	25.12.2009						9,5	9,7		(Winter)
333	26.12.2009						3,3	3,2		
334	27.12.2009						4,6	5,7		
335	28.12.2009						17,8	19,2		
336	29.12.2009						8,7	9,9		
337	30.12.2009						8,8	9,3		
338	31.12.2009	6,0	6,5				6,5	6,7		
339	01.01.2010						13,8	13,7		
340	02.01.2010						11,6	12,5		
341	03.01.2010						16,4	17,7		
342	04.01.2010								Nullfilter	
343	05.01.2010	15,6	15,5				15,5	16,4		
344	06.01.2010			19,2	19,3		13,0	13,9	Ausreisser Ref. PM2,5	
345	07.01.2010	15,3	15,7	19,4	20,1	78,4	14,6	15,7		
346	08.01.2010	14,6	14,9	18,3	18,4	80,3	12,9	15,2		
347	09.01.2010	7,1	6,9	14,6	14,9	47,4	8,0	7,9		
348	10.01.2010	16,0	16,1	19,5	19,2	82,9	14,4	15,1		
349	11.01.2010	45,7	46,2	51,8	51,3	89,1	43,9	45,3		
350	12.01.2010	43,2	43,6	48,1	48,0	90,4	43,0	45,2		
351	13.01.2010	48,0	48,3	53,4	53,0	90,6	46,8	47,9		
352	14.01.2010	14,1	14,4	16,2	16,3	87,5	14,6	15,6		
353	15.01.2010	14,6	14,4	26,9	27,1	53,6	11,9	13,2		
354	16.01.2010	6,5	6,1	13,5	13,6	46,1	7,5	8,1		
355	17.01.2010	11,0	10,5	20,6	20,6	52,3	10,0	10,4		
356	18.01.2010	21,0	20,4	27,1	26,9	76,7	18,5	21,0		
357	19.01.2010	20,4	20,2	26,5	26,6	76,4	17,7	19,6		
358	20.01.2010	26,6	27,0	32,0	31,9	83,8	25,1	25,8		
359	21.01.2010	20,5	20,9	27,5	27,9	75,0	20,0	20,0		
360	22.01.2010	7,8	7,6	9,7	9,8	78,5	7,3	8,2		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 13 von 13**

Hersteller: Met One Instruments

Gerätetyp: BAM-1020

Serien-Nr.: SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
361	23.01.2010	21,0	20,9	25,8	25,1	82,3	19,5	19,8		Teddington
362	24.01.2010	16,2	15,9	20,7	20,3	78,4	14,0	16,5		(Winter)
363	25.01.2010	36,1	35,8	42,0	42,4	85,1	35,6	38,9		
364	26.01.2010	50,7	51,1	60,4	60,4	84,2	47,4	50,8		
365	27.01.2010	27,1	27,3	38,9	39,1	69,7	24,0	26,4		
366	28.01.2010	8,3	8,0	13,9	14,1	58,3	8,2	9,2		
367	29.01.2010	5,7	6,0	9,4	9,6	61,5	6,3	6,8		
368	30.01.2010	12,4	12,5	17,6	17,6	70,7	11,5	13,7		
369	31.01.2010	12,2	13,0	17,3	16,9	73,5	11,7	14,2		
370	01.02.2010	8,4	8,3	14,7	14,4	57,5	8,1	9,6		
371	02.02.2010	8,3	8,3	12,0	11,7	70,0	7,7	10,1		
372	03.02.2010	9,4	9,3	19,2	19,2	48,6	9,0	11,3		
373	04.02.2010	12,0	12,4	19,7	19,8	61,7	11,5	13,4		



Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 1 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
1	24.07.2008	Teddington (Sommer)	Keine Wetterdaten verfügbar					
2	25.07.2008							
3	26.07.2008							
4	27.07.2008							
5	28.07.2008							
6	29.07.2008							
7	30.07.2008							
8	31.07.2008							
9	01.08.2008							
10	02.08.2008							
11	03.08.2008							
12	04.08.2008							
13	05.08.2008							
14	06.08.2008							
15	07.08.2008							
16	08.08.2008							
17	09.08.2008							
18	10.08.2008							
19	11.08.2008							
20	12.08.2008							
21	13.08.2008							
22	14.08.2008							
23	15.08.2008							
24	16.08.2008							
25	17.08.2008							
26	18.08.2008							
27	19.08.2008							
28	20.08.2008							
29	21.08.2008							
30	22.08.2008							

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 2 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
31	23.08.2008	Teddington (Sommer)	Keine Wetterdaten verfügbar					
32	24.08.2008							
33	25.08.2008							
34	26.08.2008							
35	27.08.2008							
36	28.08.2008							
37	29.08.2008							
38	30.08.2008							
39	31.08.2008							
40	01.09.2008							
41	02.09.2008							
42	03.09.2008							
43	04.09.2008							
44	05.09.2008							
45	06.09.2008							
46	07.09.2008							
47	08.09.2008							
48	09.09.2008							
49	10.09.2008							
50	11.09.2008							
51	12.09.2008							
52	13.09.2008							
53	14.09.2008							
54	15.09.2008							
55	16.09.2008							
56	17.09.2008		14,5	1005	68,1	0,6	153	
57	18.09.2008		11,6	1007	72,0	0,5	195	
58	19.09.2008		12,8	1012	70,1	0,3	170	
59	20.09.2008		13,1	1011	70,5	0,5	116	
60	21.09.2008		13,2	1008	70,0	0,6	168	



Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 3 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
61	22.09.2008	Teddington	14,8	1006	76,5	1,1	211	
62	23.09.2008	(Sommer)	14,4	1006	76,0	1,8	228	
63	24.09.2008		14,8	1010	81,9	0,8	168	
64	25.09.2008		13,3	1016	74,7	0,7	89	
65	26.09.2008		13,4	1016	75,6	0,7	146	
66	27.09.2008		12,0	1011	80,6	0,1	206	
67	28.09.2008		13,9	1005	70,7	0,2	300	
68	29.09.2008		14,0	997	71,7	0,3	235	
69	30.09.2008		13,7	984	83,8	0,4	210	
70	01.10.2008		10,4	985	71,9	0,4	232	
71	02.10.2008		9,5	988	69,7	0,7	272	
72	03.10.2008		9,3	999	64,0	0,6	279	
73	04.10.2008		14,1	985	87,0	1,1	179	
74	05.10.2008		10,1	987	88,7	0,6	259	
75	06.10.2008		14,8	991	87,0	0,9	161	
76	07.10.2008		12,7	991	89,6	0,6	219	
77	08.10.2008		9,6	1008	80,6	0,2	276	
78	09.10.2008		13,3	1013	80,2	0,3	184	
79	10.10.2008		12,0	1009	84,4	0,4	210	
80	11.10.2008		12,8	1007	85,9	0,2	198	
81	12.10.2008		15,4	1001	86,5	0,3	206	
82	13.10.2008		12,5	1001	90,9	0,1	209	
83	14.10.2008		14,4	998	90,5	0,3	192	
84	15.10.2008		12,1	994	86,8	0,3	255	
85	16.10.2008		8,2	1001	78,7	0,4	241	
86	17.10.2008		9,0	1002	83,8	0,0	229	
87	18.10.2008		10,6	1001	83,3	0,1	213	
88	19.10.2008		14,0	995	76,3	0,8	192	
89	20.10.2008		11,2	989	90,2	0,4	203	
90	21.10.2008		6,7	999	80,5	0,2	214	

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 4 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
91	22.10.2008	Teddington	9,4	1006	80,9	0,2	226	
92	23.10.2008	(Sommer)	13,6	1000	79,8	1,0	195	
93	24.10.2008		6,5	1011	85,1	0,2	250	
94	25.10.2008		14,1	1002	81,8	0,9	194	
95	26.10.2008		9,2	995	95,0	0,0	227	
96	27.10.2008		4,2	994	85,6	0,1	285	
97	28.10.2008		4,3	994	81,7	0,5	253	
98	29.10.2008		4,3	984	77,8	0,4	153	
99	30.10.2008		5,3	985	79,6	1,1	161	
100	31.10.2008		5,7	992	80,1	0,9	245	
101	01.11.2008		8,8	989	91,5	1,2	233	
102	02.11.2008		10,1	997	88,9	0,8	224	
103	03.11.2008		10,6	998	93,6	0,9	151	
104	04.11.2008		11,4	1001	86,2	0,8	179	
105	05.11.2008		10,5	998	92,6	0,5	284	
106	06.11.2008		10,5	992	90,7	0,4	161	
107	07.11.2008							
108	08.11.2008		Keine Wetterdaten verfügbar					
109	09.11.2008							
110	04.12.2008	Köln	4,4	980	77,0	3,7	61	4,5
111	05.12.2008	(Winter)	5,6	988	76,4	1,7	109	12,1
112	06.12.2008		5,1	1008	81,1	1,7	150	3,6
113	07.12.2008		2,0	1021	82,1	0,1	150	0,3
114	08.12.2008		0,3	1013	80,5	1,1	186	0,3
115	09.12.2008		1,3	1006	82,4	0,3	124	6,5
116	10.12.2008		1,3	1005	81,3	0,2	180	2,1
117	11.12.2008		0,0	1007	81,6	0,5	244	0,0
118	12.12.2008		-0,5	1009	74,3	4,4	108	0,0
119	13.12.2008		0,7	994	69,9	5,3	194	0,0
120	14.12.2008		-0,4	999	78,2	0,4	173	0,0



Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 5 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
121	15.12.2008	Köln	1,6	1009	80,1	0,1	164	0,0
122	16.12.2008	(Winter)	-0,8	1006	81,8	0,3	93	0,0
123	17.12.2008		0,9	1009	84,6	0,4	117	4,2
124	18.12.2008		4,5	1012	81,3	2,1	108	3,9
125	19.12.2008		5,8	1016	74,9	3,1	106	8,3
126	20.12.2008		7,8	1018	81,5	2,2	139	17,1
127	21.12.2008		9,1	1023	77,9	4,2	136	1,5
128	22.12.2008		7,1	1026	80,4	1,6	144	0,3
129	23.12.2008		4,9	1028	82,8	0,1	163	0,0
130	24.12.2008		5,4	1023	79,4	1,2	176	0,0
131	25.12.2008		1,6	1028	68,0	0,6	271	0,0
132	26.12.2008		-1,3	1030	62,5	0,7	266	0,0
133	27.12.2008		-3,4	1027	69,9	0,7	268	0,0
134	28.12.2008		-4,7	1023	71,8	0,6	253	0,0
135	29.12.2008		-2,7	1024	67,3	0,4	258	0,0
136	30.12.2008		-3,3	1022	68,6	0,6	301	0,0
137	31.12.2008		-3,1	1020	75,1	0,8	126	0,0
138	01.01.2009		-2,9	1021	77,5	0,1	159	0,0
139	02.01.2009		Ausfall	1022	Ausfall	Ausfall	Ausfall	0,0
140	03.01.2009		-0,4	1017	68,8	1,5	188	0,0
141	04.01.2009		-0,6	1010	75,6	2,4	161	0,0
142	05.01.2009		-4,0	1015	70,6	0,0	253	1,2
143	06.01.2009		-14,0	1016	76,0	0,4	187	0,0
144	07.01.2009		-6,8	1019	76,6	0,3	161	0,0
145	08.01.2009		-8,5	1023	78,6	0,1	249	0,0
146	09.01.2009		-7,7	1022	71,6	0,3	209	0,3
147	10.01.2009		-5,1	1022	65,5	1,0	198	0,0
148	11.01.2009		-2,4	1021	61,9	2,1	234	0,0
149	12.01.2009		2,3	1011	58,8	4,7	182	0,3
150	13.01.2009		2,4	1006	67,3	2,4	74	3,0

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 6 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
151	14.01.2009	Köln	2,1	1011	81,4	0,0	147	0,3
152	15.01.2009	(Winter)	1,4	1014	69,4	3,0	209	0,0
153	16.01.2009		2,1	1013	73,2	4,0	171	0,0
154	17.01.2009		5,4	1004	72,4	4,2	117	0,9
155	18.01.2009		3,8	993	73,5	3,7	106	3,5
156	19.01.2009		5,7	983	72,2	5,1	76	5,6
157	20.01.2009		0,3	994	76,8	0,6	160	0,3
158	21.01.2009		2,0	1000	72,8	2,3	128	0,0
159	22.01.2009		4,1	983	72,4	6,9	123	14,5
160	23.01.2009		3,8	971	76,1	4,9	115	12,1
161	24.01.2009		1,9	988	77,2	0,8	158	0,0
162	25.01.2009		1,4	991	72,3	2,4	267	0,0
163	26.01.2009		0,3	999	71,8	0,9	192	0,0
164	27.01.2009		1,3	1009	65,9	0,4	225	0,0
165	28.01.2009		0,1	1013	69,6	0,6	226	0,0
166	29.01.2009		-0,2	1015	67,0	1,8	255	0,0
167	30.01.2009		-0,6	1014	67,2	2,8	237	0,0
168	31.01.2009		0,7	1009	56,2	3,3	284	0,0
169	01.02.2009		-0,3	999	59,4	3,6	289	0,0
170	02.02.2009		3,0	992	62,3	2,2	270	0,0
171	03.02.2009		0,9	992	78,8	0,0	74	0,6
172	04.02.2009		3,1	989	76,5	0,8	138	0,0
173	05.02.2009		Ausfall	987	Ausfall	Ausfall	Ausfall	0,0
174	06.02.2009		2,0	983	83,1	0,0	250	0,3
175	07.02.2009		2,1	988	78,4	2,4	156	0,6
176	08.02.2009		1,8	998	72,0	2,0	131	0,0
177	09.02.2009		4,2	987	74,6	5,4	131	15,3
178	10.02.2009		2,7	994	76,1	6,5	138	16,8
179	11.02.2009		0,9	1007	75,1	1,4	139	2,7
180	12.02.2009		0,8	1012	77,0	0,4	175	0,0



Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 7 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
181	13.02.2009	Köln	0,2	1013	75,7	0,6	208	4,1
182	14.02.2009	(Winter)	-1,6	1021	71,9	0,8	206	0,0
183	15.02.2009		0,6	1017	78,2	0,9	136	10,6
184	16.02.2009		5,7	1011	83,4	3,8	150	21,5
185	17.02.2009		0,5	1017	71,6	1,8	269	0,6
186	18.02.2009		-0,7	1019	62,6	0,8	233	0,0
187	19.02.2009		3,1	1019	68,8	1,2	180	3,9
188	20.02.2009		4,5	1022	80,9	2,2	157	2,4
189	21.02.2009		5,3	1020	74,2	1,2	124	4,4
190	22.02.2009		5,8	1013	78,3	4,5	153	3,9
191	23.02.2009		5,1	1013	71,9	3,1	174	0,6
192	24.02.2009		2,2	1021	75,5	0,9	168	0,0
193	25.02.2009		6,3	1018	71,2	2,9	125	0,6
194	26.02.2009		7,1	1011	69,8	5,0	142	0,6
195	27.02.2009		7,8	1011	79,3	2,2	121	0,9
196	28.02.2009		7,6	1005	76,6	0,7	204	0,0
197	01.03.2009		9,5	1002	74,3	2,1	119	3,0
198	02.03.2009		5,1	1009	70,6	1,4	135	0,0
199	03.03.2009		6,8	996	58,0	5,0	126	0,0
200	04.03.2009		6,9	980	67,7	3,0	96	6,2
201	05.03.2009		4,2	985	81,2	4,0	176	26,9
202	06.03.2009		3,7	998	77,6	4,6	154	6,5
203	07.03.2009		8,0	1003	69,7	1,3	89	0,6
204	08.03.2009		6,2	998	68,3	3,7	121	5,0
205	09.03.2009		5,9	1004	67,8	4,3	119	3,3
206	10.03.2009		5,4	1004	75,7	4,5	124	7,7
207	11.03.2009		5,4	1016	69,7	1,7	96	2,4
208	12.03.2009		7,7	1012	81,9	2,1	158	11,0
209	13.03.2009		8,1	1012	67,9	1,1	155	0,0
210	14.03.2009		9,9	1012	70,3	3,9	177	1,5

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 8 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
211	15.03.2009	Köln	8,0	1022,9	72,8	2,8	153,4	0,0
212	16.03.2009	(Winter)	7,0	1025,4	72,6	0,1	147,8	0,0
213	17.03.2009		6,1	1027,5	66,7	0,4	204,0	0,0
214	18.03.2009		4,6	1021,1	59,6	0,1	218,6	0,0
215	19.03.2009		5,4	1022,0	57,3	0,6	199,4	0,0
216	20.03.2009		4,6	1023,1	50,9	0,8	234,3	0,0
217	21.03.2009		5,6	1019,3	58,1	1,2	139,8	0,0
218	22.03.2009		8,5	1015,0	63,4	5,3	164,1	0,0
219	23.03.2009		5,3	998,8	71,5	6,5	144,3	9,2
220	24.03.2009		3,5	1001,0	67,4	3,2	114,1	9,2
221	25.03.2009		5,4	994,9	75,6	3,8	131,6	8,6
222	26.03.2009		7,3	993,8	74,3	3,6	95,2	14,5
223	27.03.2009		6,9	990,3	66,5	3,9	91,8	1,8
224	28.03.2009		6,5	994,7	70,8	3,3	122,3	3,9
225	29.03.2009		4,8	1007,7	70,0	0,9	185,6	0,3
226	30.03.2009		5,2	1015,9	65,9	0,7	161,6	0,0
227	31.03.2009		10,3	1013,7	50,7	0,9	210,0	0,0
228	01.04.2009		12,9	1011,2	48,2	1,5	247,4	0,0
229	02.04.2009		14,9	1008,3	55,0	1,2	203,4	0,0
230	03.04.2009		17,0	1008,8	58,6	1,5	116,0	0,0
231	04.04.2009		13,6	1014,1	64,4	0,9	170,3	0,0
232	05.04.2009		11,6	1012,5	68,2	0,6	207,5	0,0
233	06.04.2009		16,0	1002,3	54,5	1,5	226,7	0,0
234	07.04.2009		12,7	1004,8	70,5	1,9	94,5	6,5
235	08.04.2009		13,0	1007,1	66,5	2,5	136,7	0,9
236	09.04.2009		15,5	1005,1	62,0	1,5	189,4	0,0
237	10.04.2009		17,7	999,7	53,3	1,4	203,8	0,0
238	11.04.2009		17,8	1001,1	56,5	0,5	148,4	0,0
239	12.04.2009		15,1	1002,6	73,3	0,9	166,7	0,0
240	13.04.2009		12,4	1002,0	76,5	0,1	184,0	0,0



Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 9 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
241	09.08.2009	Bornheim	20,0	1008,6	72,3	0,0	defekt	0,0
242	10.08.2009	(Sommer)	19,8	1007,4	66,0	0,2	defekt	0,3
243	11.08.2009		19,0	1010,6	70,5	0,5	defekt	0,6
244	12.08.2009		18,7	1009,0	73,5	0,0	defekt	20,0
245	13.08.2009		17,1	1008,7	77,3	0,1	defekt	1,8
246	14.08.2009		17,3	1010,0	70,2	0,0	defekt	0,0
247	15.08.2009		22,3	1007,1	56,2	0,0	defekt	0,0
248	16.08.2009		22,1	1006,5	64,5	0,0	defekt	0,0
249	17.08.2009		20,1	1007,5	64,9	0,4	defekt	0,0
250	18.08.2009		20,4	1012,2	57,7	0,0	defekt	0,0
251	19.08.2009		24,5	1010,2	53,9	0,2	defekt	0,0
252	20.08.2009		25,3	1008,2	61,5	0,5	defekt	17,1
253	21.08.2009		17,2	1013,3	65,4	0,0	defekt	0,3
254	22.08.2009		17,4	1015,6	60,6	0,0	defekt	0,0
255	23.08.2009		19,3	1009,3	55,6	0,4	defekt	0,0
256	24.08.2009		23,0	1000,2	55,5	0,8	defekt	1,5
257	25.08.2009		19,4	1004,1	74,1	0,1	defekt	5,0
258	26.08.2009		16,1	1006,9	74,6	0,0	defekt	0,0
259	27.08.2009		23,4	1005,8	56,4	0,0	defekt	0,0
260	28.08.2009		17,7	1006,0	57,9	0,6	defekt	0,0
261	29.08.2009		14,9	1012,1	57,6	1,1	defekt	0,0
262	30.08.2009		15,7	1012,1	59,6	0,3	defekt	0,0
263	31.08.2009		23,5	1005,5	44,4	0,8	defekt	0,0
264	01.09.2009		14,0	1004,3	80,3	0,0	defekt	12,4
265	02.09.2009		17,5	1001,8	65,9	0,0	defekt	2,4
266	03.09.2009		15,8	995,9	63,8	1,3	defekt	2,4
267	04.09.2009		14,1	1001,3	67,6	1,0	defekt	3,9
268	05.09.2009		13,1	1013,4	70,0	0,6	defekt	4,4
269	06.09.2009		14,7	1015,2	68,4	0,0	defekt	0,0
270	07.09.2009		18,1	1013,4	64,0	0,0	defekt	0,0

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 10 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
271	08.09.2009	Bornheim	20,6	1013,2	57,8	0,0	defekt	0,0
272	09.09.2009	(Sommer)	20,6	1016,5	63,6	0,5	defekt	0,0
273	10.09.2009		15,7	1022,1	68,9	0,3	defekt	0,0
274	11.09.2009		15,7	1021,5	63,1	0,2	defekt	0,0
275	12.09.2009		15,9	1016,8	64,1	0,1	defekt	0,0
276	13.09.2009		12,9	1011,7	77,1	0,8	defekt	1,2
277	14.09.2009		13,2	1009,2	76,8	0,7	defekt	6,8
278	15.09.2009		15,4	1008,4	76,4	0,0	defekt	0,0
279	16.09.2009		17,2	1007,2	71,9	0,2	defekt	0,0
280	17.09.2009		14,6	1010,2	70,1	0,0	defekt	0,0
281	18.09.2009		18,0	1008,2	68,1	0,0	defekt	0,0
282	19.09.2009		19,7	1007,3	70,0	0,0	defekt	0,0
283	20.09.2009		18,7	1012,3	72,3	0,0	defekt	0,0
284	21.09.2009		14,9	1016,8	71,4	0,0	defekt	0,0
285	22.09.2009		16,9	1016,5	64,3	0,0	defekt	0,0
286	23.09.2009		17,4	1016,4	70,9	0,0	defekt	0,0
287	24.09.2009		13,8	1015,9	79,1	0,0	defekt	0,6
288	25.09.2009		13,2	1017,9	69,2	0,0	defekt	0,0
289	26.09.2009		13,7	1017,5	65,9	0,0	defekt	0,0
290	27.09.2009		14,2	1017,1	66,9	0,0	defekt	0,0
291	28.09.2009		14,7	1014,5	69,6	0,0	defekt	0,0
292	29.09.2009		15,7	1011,3	72,6	0,0	defekt	0,3
293	30.09.2009		15,5	1007,7	77,0	0,0	defekt	1,2
294	01.10.2009		12,0	1007,4	74,9	0,1	defekt	2,1
295	02.10.2009		10,9	1008,6	66,9	0,0	defekt	0,0
296	03.10.2009		13,4	1002,1	63,9	0,5	defekt	0,0
297	04.10.2009		11,8	1005,3	75,4	0,4	defekt	3,3
298	05.10.2009		13,1	1003,9	80,0	0,8	defekt	6,5
299	06.10.2009		15,9	1003,5	82,3	0,0	defekt	10,3
300	07.10.2009		19,2	1000,6	75,9	0,1	defekt	8,6



Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 11 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
301	08.10.2009	Bornheim	10,7	1010	78,6	0,4	defekt	0,0
302	09.10.2009	(Sommer)	12,1	1009	69,1	0,2	defekt	12,4
303	10.10.2009		13,2	1005	80,0	0,2	defekt	4,2
304	11.10.2009		11,9	1003	76,1	0,8	defekt	5,9
305	12.10.2009		9,8	1014	70,9	1,9	defekt	2,1
306	13.10.2009		7,4	1019	68,5	0,7	defekt	0,0
307	14.10.2009		3,3	1022	67,4	0,1	defekt	0,0
308	15.10.2009		5,4	1019	66,9	0,3	defekt	0,3
309	16.10.2009		8,8	1013	70,8	4,4	defekt	1,5
310	17.10.2009		7,2	1014	69,7	1,1	defekt	0,0
311	18.10.2009		5,5	1014	73,1	0,0	defekt	0,0
312	19.10.2009		5,6	1008	66,3	0,2	defekt	0,0
313	20.10.2009		7,8	999	61,4	4,2	defekt	0,0
314	21.10.2009		10,0	995	57,1	1,5	defekt	1,2
315	22.10.2009		8,7	996	73,5	0,0	defekt	0,0
316	09.12.2009	Teddington	9,8	1017	94,1	0,1	221	0,3
317	10.12.2009	(Winter)	3,9	1028	90,9	0,2	244	0,3
318	11.12.2009		5,7	1029	93,8	0,4	231	0,0
319	12.12.2009		5,8	1026	83,9	0,8	200	0,0
320	13.12.2009		4,2	1022	87,7	0,5	234	0,3
321	14.12.2009		3,4	1017	88,8	0,2	201	0,0
322	15.12.2009		-0,6	1015	87,5	0,2	196	0,3
323	16.12.2009		1,5	1006	96,9	0,2	245	2,8
324	17.12.2009		1,3	1008	85,2	2,4	225	1,3
325	18.12.2009		-0,8	1013	86,6	0,9	281	0,0
326	19.12.2009		-0,1	1002	85,9	0,2	240	1,8
327	20.12.2009		-0,9	995	87,3	0,1	206	0,0
328	21.12.2009		1,1	984	97,3	0,3	187	8,6
329	22.12.2009		-2,1	988	98,3	0,0	218	0,3
330	23.12.2009		2,8	987	95,9	0,4	173	7,1

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 12 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
331	24.12.2009	Teddington	4,1	985,9	94,1	0,3	217,3	0,5
332	25.12.2009	(Winter)	4,1	998	94,5	0,2	210	2,3
333	26.12.2009		5,9	995	90,2	0,3	200	0,8
334	27.12.2009		2,4	1000	86,2	0,3	240	0,0
335	28.12.2009		3,7	998	88,6	1,2	80	1,8
336	29.12.2009		4,8	988	95,9	1,7	94	11,7
337	30.12.2009		4,3	992	93,1	1,9	101	5,6
338	31.12.2009		2,3	998	81,8	1,1	207	0,0
339	01.01.2010		-0,1	1008	88,3	0,2	243	0,0
340	02.01.2010		1,6	1016	87,2	0,1	245	0,0
341	03.01.2010		-1,6	1021	88,3	0,3	205	0,0
342	04.01.2010		-3,7	1012	97,2	0,0	232	0,0
343	05.01.2010		0,8	998	89,9	0,7	129	4,8
344	06.01.2010		-2,3	1005	94,3	0,7	215	1,8
345	07.01.2010		-1,2	1013	91,1	0,5	240	0,0
346	08.01.2010		-1,6	1022	91,1	0,8	225	0,3
347	09.01.2010		0,9	1018	79,3	1,8	161	0,0
348	10.01.2010		1,4	1015	90,5	0,7	92	1,3
349	11.01.2010		1,5	1015	86,0	0,3	137	0,3
350	12.01.2010		1,4	1000	85,9	1,5	103	0,0
351	13.01.2010		1,5	998	94,8	0,1	151	8,6
352	14.01.2010		2,5	1008	97,0	0,1	229	0,3
353	15.01.2010		5,6	1011	90,0	1,8	151	1,8
354	16.01.2010		5,7	1003	96,3	0,4	202	9,1
355	17.01.2010		4,1	1019	93,9	0,1	219	0,0
356	18.01.2010		6,2	1021	97,8	0,1	199	0,0
357	19.01.2010		6,4	1012	83,7	1,4	111	1,0
358	20.01.2010		3,0	1012	92,1	0,2	227	3,8
359	21.01.2010		6,1	1015	85,2	1,1	154	0,3
360	22.01.2010		7,6	1014	95,0	0,5	209	7,4



Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 13 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
361	23.01.2010	Teddington	4,8	1018,4	87,0	0,2	262,2	0,0
362	24.01.2010	(Winter)	4,4	1022	91,1	0,1	241	1,3
363	25.01.2010		3,2	1033	80,0	0,9	161	0,5
364	26.01.2010		0,0	1037	83,2	0,5	167	0,0
365	27.01.2010		4,4	1018	85,5	0,3	247	1,0
366	28.01.2010		5,5	1000	86,4	0,5	247	8,1
367	29.01.2010		1,3	992	76,9	0,9	279	0,3
368	30.01.2010		-0,9	1001	84,4	0,2	240	0,0
369	31.01.2010		0,0	1005	91,2	0,1	241	0,0
370	01.02.2010		3,1	1010	83,9	0,4	222	0,3
371	02.02.2010		5,9	1002	89,6	0,3	229	1,0
372	03.02.2010		6,7	1004	91,0	0,2	180	2,0
373	04.02.2010		7,6	997	86,1	1,3	153	2,3

Anlage 6: Softwareversion



Anmerkung:

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 3236-07 5.01 durchgeführt (Stand Juli 2008).

Während der Prüfung wurde die Software beständig bis zur Version 3236-07 5.0.10 weiterentwickelt und optimiert. Dabei wurden die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-07 5.0.5 schon per Mitteilung dem zuständigen Arbeitskreis „Prüfberichte“ vorgestellt und positiv bewertet. Die zusätzlichen Änderungen von Version 3236-07 5.0.5 bis zur Version 3236-07 5.0.10 zeigt Abbildung 64.

Es ist durch die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-07 5.0.10 kein Einfluss auf die Geräteperformance zu erwarten.



10. March 2010

TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH
Karsten Pletscher

Am Grauen Stein
D - 51105 Köln

Met One Instruments

Met One Instruments, Inc.
1600 Washington Blvd.
Grants Pass, Oregon 97526
Phone (541) 471-7111
Fax (541) 471-7116
www.metone.com

REGIONAL OFFICE
3206 Main St., Ste. 106
Rowlett, Texas 75088
Phone (972) 412-4747
Fax (972) 412-4716

Sehr geehrter Herr Pletscher,

Wir haben die im Folgenden aufgelisteten Änderungen in unserer Gerätesoftware durchgeführt um unser Messgerät den Marktanforderungen anzupassen. Die aktuelle Software ändert sich damit von Firmware 5.0.5 zur neuen Versions-Nummer 5.0.10.

1. Änderungen zu Version 5.0.6
   Ermöglicht die Ausgabe des Standard Datenfiles auch über den Reportprozessor.

2. Änderungen zu 5.0.7
   Diese Softwareversion behebt einen Fehler wo unter ungünstigen Umständen ein fehlerhafter Filterbandtransportmechanismus nicht richtig erkannt wurde und dann unter Umständen auch doppelte Messwerte ohne Fehlerkennung ausgegeben werden.

3. Änderungen zu 5.0.8
   Behebung eines Softwarefehlers mit dem externen reset signal im „early cycle mode", bei dem die Uhr des Gerätes nicht immer richtig synchronisiert wurde.

4. Änderungen zu 5.0.9
   Softwareunterstützung des BX-596-1 Sensors in die Firmware integriert (Automatisches erkennen des neuen Sensors und Einstellen des Messbereiches über die AutoID Funktion). Der neue BX-596-1 hat einen deutlich erweiterten Temperatur- und Druckmessbereich (von -50C bis 50C und vom 400mmHg bis 825 mmHg).

5. Änderungen zu 5.0.10
   Änderungen in der Ausgabe des BH-Protokolls. Zusätzlich wurde ein frei konfigurierbares Ausgabeprotokoll für die serielle Schnittstelle integriert, die eine einfachere Kommunikation mit verschiedensten Datenaufzeichnungsgeräten ermöglicht

Wie sie aus der obigen Liste sehen können betreffen die meisten durchgeführten Änderungen lediglich Funktionserweiterungen und Fehlerbehebungen und Verbesserung des Bayern-Hessen Protokolls, sowie die Erweiterung der Datenausgabefunktionen.

Die Einführung des BX-596-1 war für Kunden in Alaska und für Kunden in höheren Bergregionen notwendig. Die Funktion des Sensors in der Software hat sich nicht geändert, lediglich die Skalierung.

Diese Änderungen haben keinen negativen Einfluss auf die geprüfte Funktion des Messgerätes

Bitte veranlassen Sie die notwendigen Schritte, dass die Eignungsprüfungsbekanntgabe die neue Software mit einschließt.

Mit freundlichen Grüssen

Dr. Herbert Schlösser
VP Particulate Air Business Division

Abbildung 64: Softwareänderungen von Version 5.0.5 zu Version 5.0.10

Vorschlag zum Text der Mitteilung

Mitteilung zur Bekanntmachung im Bundesanzeiger:

BAnz.: 12.04.2007 Nr. 75, S. 4139 sowie BAnz.: 25.01.2010 Nr. 24, S. 555 (Mitteilung)

Die aktuelle Softwareversion der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 der Firma MetOne Instruments lautet:

Version 3236-07 V5.0.10

Anhang 2

Verfahren zur Filterwägung

A) Standorte in Deutschland (Köln und Bornheim)

A.1 Ausführung der Wägung

Die Wägungen werden im klimatisierten Wägeraum durchgeführt. Die Bedingungen sind 20 °C ±1 °C und 50 % ±5 % rel. Feuchte und entsprechen damit den Vorgaben der DIN EN 14907.

Die Filter für den Feldtest werden manuell gewogen. Für die Konditionierung werden die Filter einschließlich der Kontrollfilter auf Siebe gelegt, so dass keine Überlappung vorliegt.
Die Bedingungen für die Hin und Rückwägung werden vorher festgelegt und entsprechen der Richtlinie.

Vor der Probenahme = Hinwägung	Nach der Probenahme = Rückwägung
Konditionierung 48 Stunden + 2 Stunden	Konditionierung 48 Stunden + 2 Stunden
Wiegen der Filter	Wiegen der Filter
nochmals Konditionierung 24 Stunden +2 Stunden	nochmals Konditionierung 24 Stunden + 2 Stunden
Wiegen der Filter und sofort verpacken	Wiegen der Filter

Die Waage steht immer betriebsbereit zur Verfügung. Vor jeder Wägeserie wird die interne Waagenkalibrierung gestartet. Ist alles in Ordnung, wird als Referenzgewicht das Eichgewicht von 200 mg gewogen und die Randbedingungen notiert. Die Abweichungen zur vorhergehenden Wägung entsprechen der Richtlinie und überschreiten die 20 µg nicht (siehe Abbildung 65). Dann werden die sechs Kontrollfilter gewogen. Die Kontrollfilter mit einer Abweichung von über 40 µg werden in der Auswerteseite mit einer Warnung angezeigt und nicht für die Rückwägung verwendet. Für die Rückwägung werden die ersten drei einwandfreien Kontrollfilter genommen, während die anderen sicher in ihren Döschen bleiben, um bei Beschädigungen und/oder größeren Abweichungen der ersten drei Kontrollfilter zum Einsatz zu kommen. Den exemplarischen Verlauf über einen Zeitraum von über vier Monate zeigt Abbildung 66.

Bei der Hinwägung der Filter werden die Filter, die zwischen der ersten und zweiten Wägung eine Differenz von über 40 µg aufweisen, ausgemustert. Bei der Rückwägung werden die Filter mit einer Differenz von über 60 µg normgerecht nicht zur Auswertung genommen.

Für den Transport von und zu der Messstelle und für die Lagerung werden die gewogenen Filter einzeln in Polystyroldöschen verpackt. Erst vor dem Einlegen in den Filterhalter wird das Döschen geöffnet. Die unbeladenen Filter können im Wägeraum bis zu 28 Tage vor der Probenahme gelagert werden. Sollte dieser Zeitraum einmal überschritten werden, so wird die Hinwägung der Filter wiederholt.

Die Lagerung der beaufschlagten Filter kann bei oder unterhalb von 23 °C max. 15 Tage erfolgen. Die Filter werden bei 7 °C im Kühlschrank gelagert.



A2 Auswertung der Filter

Die Auswertung der Filter erfolgt unter Verwendung eines Korrekturterms. Zweck dieser Korrekturrechnung ist es, die relative Masseänderung durch die Wägeraumbedingungen zu minimieren.

Formel :

$$Staub = MF_{rück} - (M_{Tara} \times (MKon_{rück} / MKon_{hin})) \qquad (F1)$$

$MKon_{hin}$ = mittlere Masse der 3 Kontrollfilter von 48 h und 72h Hinwägung

$MKon_{rück}$ = mittlere Masse der 3 Kontrollfilter von 48 h und 72 h Rückwägung

M_{Tara} = mittlere Masse des Filters von 48 h und 72 h Hinwägung

$MF_{rück}$ = mittlere Masse des bestaubten Filters von 48 h und 72 h Rückwägung

Staub = korrigierte Staubmasse auf dem Filter

Es zeigt sich, dass durch die Korrekturrechnung das Verfahren unabhängig von den Wägeraumkonditionen wird. Damit sind die Einflüsse des Wassergehaltes der Filtermasse zwischen beladenen und unbeladenen Filtern kontrollierbar und verändern nicht die Staubgehalte auf den beladenen Filtern. Damit ist der Punkt EN 14907 9.3.2.5 hinreichend erfüllt.

Der exemplarische Verlauf des Eichgewichtes für den Zeitraum von Nov. 2008 bis Feb. 2009 zeigt, dass die zulässige Differenz von 20 µg zur vorhergehenden Messung nicht überschritten wird.

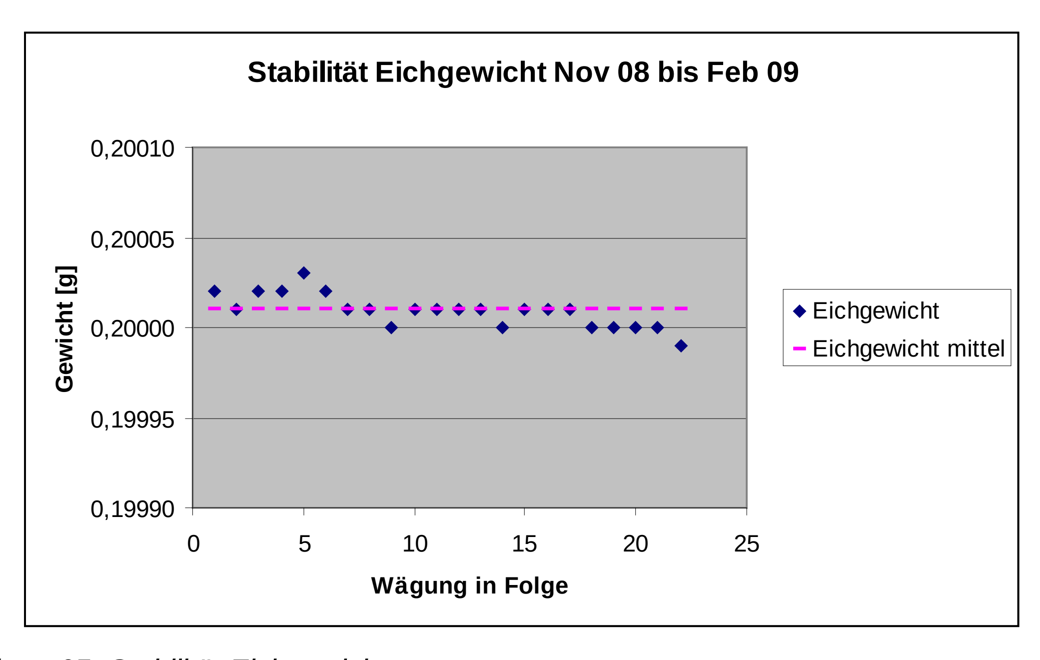


Abbildung 65: Stabilität Eichgewicht

Tabelle 36: Stabilität Eichgewicht

Datum	Wägung Nr.	Eichgewicht	Differenz zur vorhergehenden Wägung
		g	µg
12.11.2008	1	0,20002	
13.11.2008	2	0,20001	-10
10.12.2008	3	0,20002	10
11.12.2008	4	0,20002	0
17.12.2008	5	0,20003	10
18.12.2008	6	0,20002	-10
07.01.2009	7	0,20001	-10
08.01.2009	8	0,20001	0
14.01.2009	9	0,20000	-10
15.01.2009	10	0,20001	10
21.01.2009	11	0,20001	0
22.01.2009	12	0,20001	0
29.01.2009	13	0,20001	0
30.01.2009	14	0,20000	-10
04.02.2008	15	0,20001	10
05.02.2009	16	0,20001	0
11.02.2009	17	0,20001	0
12.02.2009	18	0,20000	-10
18.02.2009	19	0,20000	0
19.02.2009	20	0,20000	0
26.02.2009	21	0,20000	0
27.02.2009	22	0,19999	-10

Gelb hinterlegt = Mittelwert

Grün hinterlegt = niedrigster Wert

Blau hinterlegt = höchster Wert

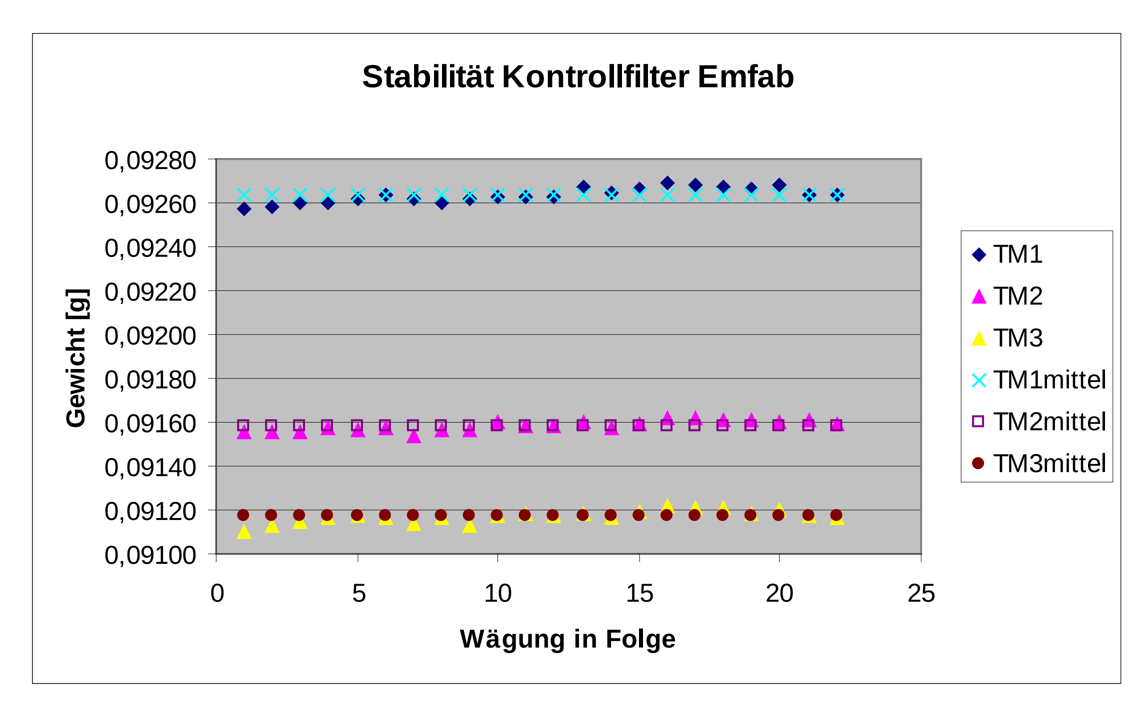


Abbildung 66: Stabilität der Kontrollfilter



Tabelle 37: Stabilität der Kontrollfilter

	Kontrollfilter Nr.		
Wägung Nr.	TM1	TM2	TM3
1	0,09257	0,09155	0,09110
2	0,09258	0,09155	0,09113
3	0,09260	0,09155	0,09115
4	0,09260	0,09157	0,09116
5	0,09262	0,09156	0,09117
6	0,09264	0,09157	0,09116
7	0,09262	0,09154	0,09114
8	0,09260	0,09156	0,09116
9	0,09262	0,09156	0,09113
10	0,09263	0,09160	0,09117
11	0,09263	0,09158	0,09118
12	0,09263	0,09158	0,09117
13	0,09267	0,09160	0,09118
14	0,09265	0,09157	0,09116
15	0,09266	0,09159	0,09119
16	0,09269	0,09162	0,09122
17	0,09268	0,09162	0,09121
18	0,09267	0,09161	0,09121
19	0,09266	0,09161	0,09118
20	0,09268	0,09160	0,09120
21	0,09264	0,09161	0,09117
22	0,09264	0,09159	0,09116
Mittelwert	0,09264	0,09158	0,09117
Standardabw.	3,2911E-05	2,4937E-05	2,8558E-05
rel. Standabw.	0,036	0,027	0,031
Median	0,09264	0,09158	0,09117
kleinster Wert	0,09257	0,09154	0,09110
höchster Wert	0,09269	0,09162	0,09122

Gelb hinterlegt = Mittelwert

Grün hinterlegt = niedrigster Wert

Blau hinterlegt = höchster Wert

B) Standort in Großbritannien (Teddington)

B.1 Umsetzung der Wägeprotokolle

NPL (National Physical Laboratory) wurde beauftragt, die Filter für den Feldtest manuell zu wiegen. Entsprechend der Richtlinie EN14907 wurden die Filter weniger als 28 Tage im Wägeraum gelagert; die Plexiglaskammer, in der der Wiegevorgang stattfand, wurde bei 20 ± 1 °C und 50 ± 5 % gehalten; die Filter wurden vor und nach Probenahme zweimal gewogen. Tabelle 38 fasst die Wägebedingungen und Wiegezeiten zusammen:

Tabelle 38: Wägebedingungen und Wiegezeiten

Anfang Probenahme	Ende Probenahme
Lagerung mindestens 48 Stunden Filterwägung Lagerung 24 Stunden Filterwägung	Lagerung 48 Stunden Filterwägung Lagerung 24 Stunden Filterwägung

Zu Beginn jeder Wägereihe wurde die Balkenwaage untersucht, um die mechanischen Steifigkeiten zu entfernen, danach wurde kalibriert. Zu Beginn und zum Ende jeder Filtercharge wurde je ein Prüfgewicht von 50 mg und 200 mg gewogen. Entsprechend der Anforderungen des UK PM Equivalence Report [8] wurden die Filter in Bezug auf ein 100 mg Prüfgewicht und nicht in Bezug auf einen Nullfilter gewogen, da dieser über die Zeit einen Gewichtsverlust hat. Je vier Filter wurden zwischen den Prüfgewichten gewogen, da über diese Zeit die Wägedrift klein ist.



Die **Masse des Prüfgewichts (CM)** für die Filter wurde für jede Wägereihe nach der Gleichung **E A.1** berechnet

$$CM = \frac{(m_{check,Beg} + m_{check,End})}{2} \qquad \textbf{E A.1}$$

Mit:

$M_{check,Beg}$ = Masse des Prüfgewichts, gewogen direkt vor dem Probenfilter.

$M_{check,End}$ = Masse des Prüfgewichts, gewogen direkt nach dem Probenfilter.

Die **Relative Masse (RM)** der Filter wurde für jede Wägereihe nach Gleichung **E A.2** berechnet: $RM = m_{filter} - CM$ **E A.2**

Mit:

m_{filter} = Masse des Probenfilters

Die **Partikel Masse (PM)** wird wie in EN 14907 beschrieben nach der folgenden Gleichung berechnet.

$$PM = \left(\frac{RM_{End1} + RM_{End2}}{2}\right) - \left(\frac{RM_{Beg1} + RM_{Beg2}}{2}\right) \qquad \textbf{E A.3}$$

Mit:

Beg1 kennzeichnet Wägereihe 1, vor Probenahme

Beg2 kennzeichnet Wägereihe 2, vor Probenahme

End1 kennzeichnet Wägereihe 1, nach Probenahme

End2 kennzeichnet Wägereihe 2, nach Probenahme

End Streubereich (S_{Pre}), Beg Streubereich (S_{Post}) und Prüfgewicht Streubereich (S_{Blank}) wurden nach den folgenden Gleichungen berechnet:

$$S_{Pre} = RM_{Anf1} - RM_{Anf2} \quad \textbf{E A.4}$$

$$S_{Post} = RM_{End1} - RM_{End2} \quad \textbf{E A.5}$$

$$S_{Blank} = \left(\frac{CM_{End2} + CM_{End1}}{2} \right) - \left(\frac{CM_{Anf2} + CM_{Anf1}}{2} \right) \quad \textbf{E A.6}$$

Wie im UK PM Equivalence Report [8] beschrieben war es nicht möglich, alle Filter wie in EN14907 beschrieben innerhalb des 15-tägigen Zeitfensters zu wiegen.

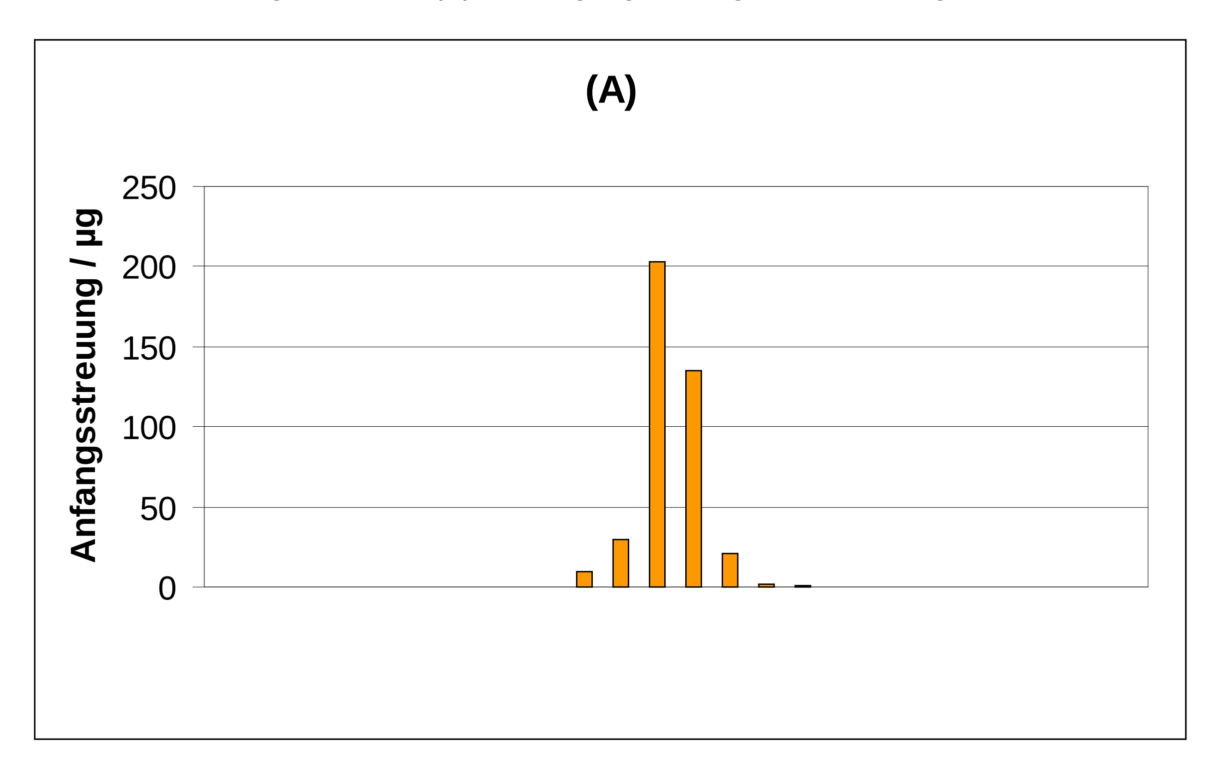
Allerdings wurden die Filter direkt aus dem Referenzprobenehmer entnommen und in den Kühlschrank gelegt, dadurch war es nicht notwendig zu bestimmen ob $T_{Umgebung}$ 23 °C überschreitet. 15 Tage erscheinen unpraktikabel für einen relativ kleinen Feldtest Rahmen, es ist wenig wahrscheinlich, dass diese Methode in nationalen und regionalen Netzwerken übernommen wird, die Methode die hier angewendet wurde, ist repräsentativ für den Betrieb der Referenzprobenehmer in der Praxis.

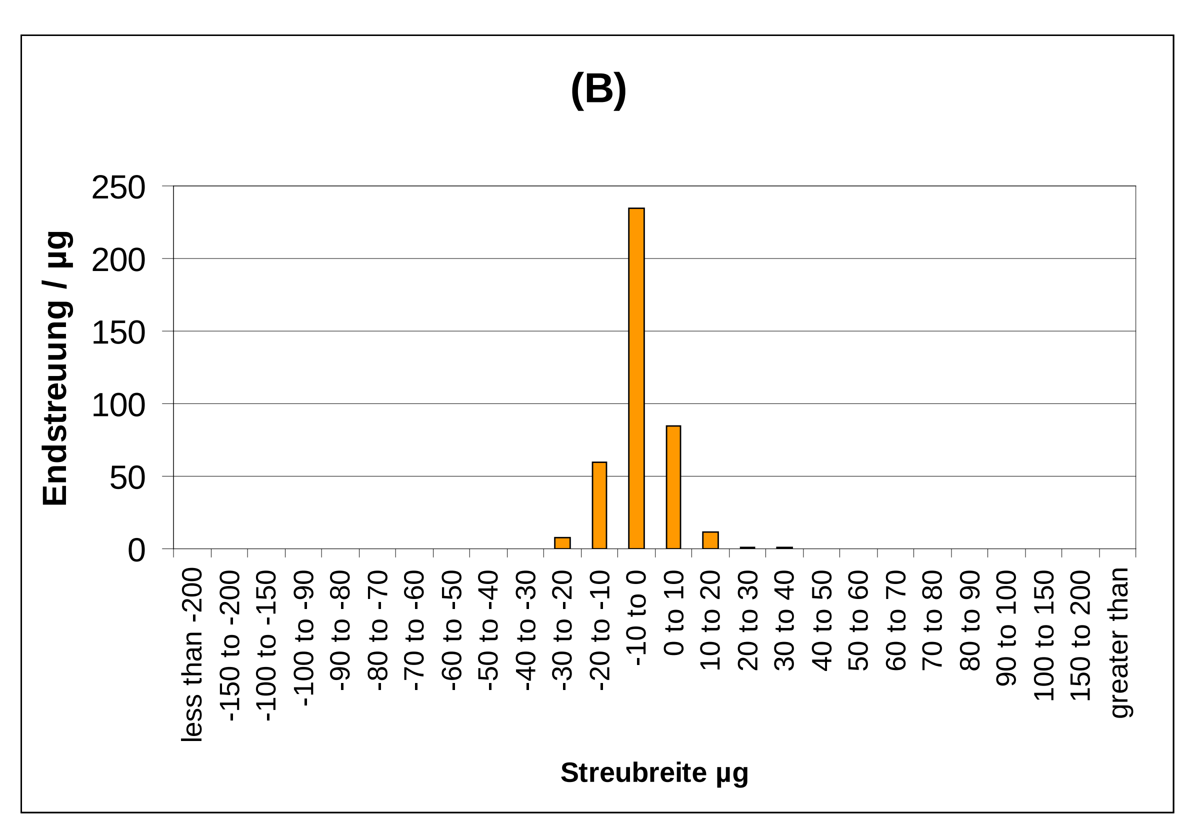
A.2 Analyse des verwendeten Wägeprotokolls

Das Streuverhalten der Anfangs- und Endwiegungen für alle gewogenen EMFAB Filter im Verhältnis zum Taragewicht und zum Prüfgewicht sind in Abbildung 67 dargestellt. Wenn alle Filter während der Messungen an relativer Masse verlieren, wird die Streuung nach rechts verschoben, im Gegenzug wird die Streuung nach links verschoben, wenn die relative Masse der Filter zunimmt. Die EN14907 schreibt vor, dass unbeladene Filter verworfen werden sollen, wenn die Differenz der Masse der zwei Anfangswägungen größer als 40 µg ist. Gleichermaßen schreibt die EN14907 vor, dass Filter, deren Massendifferenz der beiden Endwägungen größer als 60 µg ist, verworfen werden. Es wurden keine Filter auf Grund dieses Kriteriums verworfen. Es gilt als unwahrscheinlich, dass die festgestellten Streuungen der Wiederholungsbestimmungen der Masse einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse zu haben.



*Abbildung 67: Streuung der Emfab Filter für (**A**) Anfangswägung m Vergleich zum Prüfgewicht und (**B**) Endwägung im Vergleich zum Prüfgewicht*





Anhang 3

Handbücher

BAM 1020
SCHWEBSTAUB MONITOR
BEDIENUNGSANLEITUNG

BAM-1020-9800 REV G



Met One Instruments, Inc.
1600 NW Washington Blvd.
Grants Pass, OR 97526
Tel.: (541) 471-7111
Fax: (541) 471-7116
www.metone.com

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 4

1.1 Über dieses Handbuch 4
1.2 Technischer Service 4
1.3 BAM: Beta Absorptions- Monitor 4
1.4 Sicherheitsinformationen - Beta Strahlung 5
1.5 Modell BAM-1020 PM_{10} USEPA Äquivalent Methode 5
1.6 Modell BAM-1020 $PM_{2.5}$ USEPA Äquivalent-Methode 6
1.7 BAM-1020 Gerätespezifikationen 7

2 INSTALLATIONSORT UND INSTALLATION 8

2.1 Auspacken und Installation 8
2.2 Aufstellung 8
2.3 Aufstellungsort 9
2.4 Aufstellung in einem begehbaren Container 10
2.5 Einbauhinweise 12
2.6 Elektrischer Anschluss 17

3 Inbetriebnahme Ihres BAM-1020 21

3.1 Einschalten 21
3.2 Warmlauf 21
3.3 Bedienung der Tastatur und des Display 22
3.4 Einlegen des Filterbandes 23
3.5 Selbsttest 25
3.6 SETUP Einstellungen für des erste Einschalten 26
3.7 Dichtheits- und Durchflusskontrolle 26
3.8 Messzyklus starten 26
3.9 Die Durchfluss-Statistik 26
3.10 Das Menü OPERATE 27
3.11 Anzeige NORMAL 28
3.12 Das Momentanwert-Menü 28
3.13 Die Mittelwert-Anzeige 29

4 Der Messzyklus 30

4.1 Der Ein-Stunden-Zyklus 30
4.2 Automatischer Bereichsabgleich während des Messzyklus 31
4.3 Beschreibung der Probenahme 32

5 Durchfluss und Durchfluss-Kalibrierung 33

5.1 Das Durchflussdiagramm 33
5.2 Durchflussmessungen 34
5.3 Ablauf des Lecktests 35
5.4 Lecksuche bei Abdichtung der Bestaubungskammer 36
5.5 Reinigen der Bestaubungskammer und des Stützkreuzes 37
5.6 Feldkalibrierung des Durchflusses – Volumetrische Durchflussregelung 39
5.7 Feldkalibrierung des Durchflusses – EPA Standard 40
5.8 Feldkalibrierung des Durchflusses – Manuelle Durchflussregelung 41

6 Das SETUP Menü 43

6.1 Fenster Uhr (CLOCK) 44
6.2 Fenster SAMPLE – Wichtige Informationen 44
6.3 Das Kalibrierfenster - CALIBRATE - Wichtige Information 47
6.4 EXTRA1 Bildschirm 49

6.5 Fenster Fehler - ERRORS 50
6.6 PASSWORD Fenster 53
6.7 INTERFACE Fenster 53
6.8 SENSOR Fenster 54
6.9 HEATER Fenster 55
7 WARTUNG, DIAGNOSE und FEHLERBEHEBUNG 58
7.1 Von Met One empfohlene Wartungsintervalle 58
7.2 Prüfprotokoll und Testreport 59
7.3 Selbsttest-Funktion 59
7.4 Probleme beim Einschalten 59
7.5 Tabelle der Fehler und Ursachen / Lösungen 59
7.6 Auswechseln von Komponenten der Bestaubungskammer 63
7.7 Test der Nullwert-Konzentration BKGD (Zero Background Test) 63
7.8 Das Test Menü 65
7.9 Testmenü COUNT 65
7.10 Testmenü PUMP 66
7.11 Testmenü TAPE 67
7.12 Testmenü DAC – Test des Analogausgangs 67
7.13 Testmenü CALIBRATE 67
7.14 Testmenü INTERFACE 68
7.15 Testmenü FLOW 69
7.16 Testmenü ALIGN – Test der Fotodioden 69
7.17 Testmenü HEATER 70
7.18 Testmenü FILTER-T– Test des Filtertemperatursensors 70
7.19 Testmenü RH – Test des Feuchtesensors des Filterbandes 70
8 DAS INTERFACE ZUM EXTERNEN AUFZEICHNUNGSGERÄT 72
8.1 Das analoge Konzentrationsausgangssignal 72
8.2 Der Early Cycle Modus 73
8.3 Telemetrie Fehler Relais 74
8.4 Digitales Interface zwischen Aufzeichnungsgerät und BAM-1020 76
9 RS-232 SERIELLES INTEFACES – DATENABFRAGE 78
9.1 Anschluss und Konfiguration des seriellen Interfaces 78
9.2 Met One Kommunikationssoftware 79
9.3 Daten mit dem HyperTerminal herunterladen 79
9.4 System Menü Datenbeschreibung 80
9.5 Druckerschnittstelle 87
9.6 Modem Option 87
9.7 Flash Firmware Upgrades 88
10 ZUBEHÖR UND ERSATZTEILE 89
10.1 Verbrauchsmaterial, Ersatzteile und Zubehör 89
10.2 Konfiguration der Sensoren Baureihe 500 94
11 THEORIE und MATHEMATISCHE ANALYSE 96
11.1 Konvertierung der Daten zwischen EPA Standard und tatsächlichen Bedingungen 98

BAM-1020 Audit Sheet Sample 89

1 Einleitung



1.1 Über dieses Handbuch

Dieses Handbuch ist nach den wichtigsten benötigten Informationen wie Auswahl des Einsatzortes, Installation, Setups und Kalibrierung im Feld gegliedert.

Die Kapitel und Unterkapitel, die mit dem Symbol gekennzeichnet sind, enthalten wichtige Information, die alle Eigentümer und Benutzer eines BAM-1020 lesen und verstehen sollten. Die Kapitel gegen Ende dieses Handbuches enthalten weiterführende Informationen zu Themen wie Theorie der Diagnostik, Zubehör und alternative Einstellungen. Diese Kapitel enthalten wertvolle Informationen, die bei Bedarf gelesen werden sollten. Elektronische Versionen dieses Handbuchs sind ebenfalls erhältlich.

1.2 Technischer Service

Dieses Handbuch ist mit der Hilfe von Kundenrückmeldungen so strukturiert, dass die benötigten Informationen für Setup, Betrieb, Testen, Wartung und Fehlerbehebung des BAM-1020 schnell verfügbar sind. Falls Sie nach dem Lesen des Handbuches trotzdem Unterstützung benötigen, wenden Sie sich während unserer normalen Büroöffnungszeiten Montag bis Freitag zwischen 7:00 und 16:00 an unser technisches Servicepersonal. Zusätzlich finden Sie auf unserer Homepage technische Informationen und Service Bulletins. Bitte setzen Sie sich mit uns in Verbindung bevor Sie ein Gerät zurückschicken. Sie erhalten eine Rücksende-Nummer (RA; Return Authorization). Das erleichtert die Planung und Verfolgung der Instandsetzung und verbessert den Service.

Telefon: +1 (541) 471-7111

Fax: +1 (541) 471-7116
E-Mail: info@metone.com

Postadresse: **Met One Instruments, Inc.**
1600 NW Washington Blvd.
Grants Pass, OR 97526
USA

1.3 BAM: Beta Absorptions- Monitor

Der Schwebstaub Monitor BAM-1020 misst die Staubkonzentration in der Luft und speichert sie automatisch in einem eingebauten Datenspeicher. Er verwendet als Messprinzip die Abschwächung von Betateilchen beim Durchgang durch ein Filterband. Mit dieser Methode können Partikel-Konzentrationen im Bereich von Milligramm oder Mikrogramm pro Kubikmeter Luft einfach bestimmt werden. Eine kleine ^{14}C ($< 60\ \mu$Ci) Strahlenquelle sendet eine extrem konstante Anzahl von Elektronen, auch als Betateilchen bezeichnet aus. Diese Betateilchen werden mit einem hochempfindlichen Szintillationszähler gemessen. Eine externe Pumpe zieht eine definierte Luftmenge durch das Filterband. Die Staubpartikel, die sich in

der Luft befinden, werden auf dem Filterband abgeschieden. Das bestaubte Filter wird zwischen Strahlenquelle und Detektor positioniert. Die durch die gesammelten Staubpartikel hervorgerufene Abschwächung der Betateilchen wird gemessen. Die Stärke der Abschwächung ist proportional der auf dem Filter abgeschiedenen Staubmasse. Mit Hilfe der gemessenen Luftmenge kann aus der Staubmasse die gewünschte Staubpartikelkonzentration der Umgebungsluft bestimmt werden. Die genaue Beschreibung des Messzyklus ist in Kapitel 4 beschrieben. Zusätzlich sind die wissenschaftliche Grundlage der Theorie und die verbundenen Gleichungen am Ende dieses Handbuchen dargestellt.

1.4 Sicherheitsinformationen - Beta Strahlung

Das BAM-1020 Messgerät enthält eine kleine ^{14}C (Kohlenstoff -14) Beta Strahlenquelle. Die Aktivität dieser Quelle ist 60 Ci +/-15 Ci (Mikro Curie) oder 2.22E+6 Bq. Diese Aktivität liegt unter der Freigrenze für ^{14}C von 1.0E+7 Bq, wie Sie in der Strahlenschutzverordnung (Anlage III Tabelle 1 Spalte 2) festgelegt wurde. Der Umgang mit dem Gerät ist demnach genehmigungs- und anzeigefrei. Als Benutzer oder Eigentümer des Messgerätes haben Sie die Wahl, die Strahlenquelle zu Met One Europe GmbH zur fachgerechten Entsorgung / Recycling zurückzugeben, wenn das Gerät das Ende seiner Betriebszeit erreicht hat, oder Sie können das gesamte Gerät selbst entsorgen.
Nur Met One-Techniker dürfen die Strahlungsquelle austauschen. Die Betastrahlen-Quelle hat eine Halbwertzeit von etwa 5730 Jahren und braucht nie ersetzt zu werden. Weder die ^{14}C Strahlenquelle, noch der Detektor sind im Feld zu reparieren. Wenn diese Komponenten ersetzt oder repariert werden müssen, dann muss das Messgerät zu einer unserer Servicestellen eingesandt werden.

1.5 Modell BAM-1020 PM_{10} USEPA Äquivalent Methode

Das Messgerät BAM-1020 ist am 3. August 1998 als äquivalente Methode zur PM_{10} Überwachung von der United States Environmental Protection Agency zugelassen worden.

Zulassungsnummer: **EQPM-0798-122**

Die EPA Zulassung umfasst die Versionen G, -1, G-1 und die späteren Modelle BAM-1020 PM_{10} Beta Absorptions-Monitor, wenn sie in Übereinstimmung mit den folgenden Anforderungen betrieben werden. Der Nutzer ist darüber informiert, dass Konfigurationen, die von diesen Anforderungen abweichen, nicht mit den zutreffenden Anforderungen aus CFR 40 Teile 50 und 53 übereinstimmen.

- Der BAM-1020 wird eingesetzt zur Bestimmung des Tagesdurchschnitts bei stündlicher Messung mit einem Filterwechsel pro Stunde.
- Der Einlass muss mit einem Standard BX-802 EPA PM_{10}- Lufteinlass ausgestattet sein.
- Das Gerät wird mit einem Standard Glasfiber-Filter verwendet.
- Das Gerät kann mit oder ohne die folgenden Optionen eingesetzt werden: Probenahmerohr Verlängerung BX-823, Probenahmeheizung BX-825, Probenahmeheizung BX-826 230V, BX-828 Dreibein zur Abstützung des Probenahmerohrs, BX-902 Außenaufstellungsgehäuse, BX-903 Außenaufstellungsgehäuse, klimatisiert, BX-961 Automatische Durchflussregelung, BX-967 integrierte Kalibreirung.

1.6 Modell BAM-1020 $PM_{2.5}$ USEPA Äquivalent-Methode

Das Messgerät BAM-1020 Beta Absorptions-Massendetektor - $PM_{2.5}$ FEM Konfiguration ist am 12. März 2008 als äquivalente Methode zur PM_{25} Überwachung in Übereinstimmung mit CFR 40 Teil 53 von der United States Environmental Protection Agency zugelassen worden.

Zulassungsnummer: **EQPM-0308-170**

Die folgenden Parameter und Bedingungen müssen eingehalten werden, Wenn der BAM-1020 zur Überwachung der Partikel-Konzentration nach $PM_{2.5}$ FEM eingesetzt wird:

- Der Einlass muss mit einem EPA-zugelassenen $PM_{2.5}$ Very Sharp Cut Cyclone (VSCC™-A by BGI, Inc.) ausgestattet sein. Die Artikel-Nr. lautet BX-808.
- Der Einlass muss mit einem Standard EPA PM_{10}- Lufteinlass (BX-802) ausgestattet sein.
- Das Gerät ermittelt stündlich den Mittelwert. Die $PM_{2.5}$ Konzentration wird (außerhalb des BAM) als täglicher Mittelwert aus dem stündlich vom BAM-1020 ermittelten Wert berechnet.
- Das Gerät ist mit Firmware 3.2.4 oder höher ausgestattet.
- Der BAM-1020 muss wie in dieser Bedienungsanleitung (Version F oder höher) beschrieben eingesetzt werden. Die ergänzend gelieferte Anleitung der Firma BGI Inc. für das VSCC™ ist ebenfalls zu beachten.
- Das Gerät muss mit einem Kombinationssensor für Umgebungstemperatur und Luftdruck (BX-596) ausgestattet sein. Dieser wird für die Durchflusskontrolle und -statistik genutzt.
- Das Gerät muss mit der automatischen Durchflussregelung BX-961 ausgestattet sein und muss im Betriebsmodus „Echtzeit (volumetrische) Durchflussüberwachung“ arbeiten.
- Das Gerät muss mit der Probenahmeheizung Smarttyp 110V (BX-827) oder 230V (BX-830) ausgestattet sein. Die Heizungsüberwachung muss auf 35% Luftfeuchtigkeit eingestellt sein, die Delta-T Überwachung darf nicht gesetzt sein.
- Das Gerät muss mit der Filtertransport-Überwachung (8470-1, Version D oder höher) mit geschlossener Beta-Quelle ausgestattet sein. Alle Geräte, die nach März 2007 hergestellt wurden, sind standardmäßig damit ausgerüstet. Ältere Geräte können im Werk mit der Option ausgestattet und rekalibriert werden.
- Das Gerät muss mit dem Standard Glasfiber-Filterband arbeiten.
- Die Intervallzeit (COUNT TIME) muss auf 8 Minuten gesetzt werden.
- Die Messzeit (SAMPLE TIME) muss auf 42 Minuten gesetzt sein.
- Die Nullluft Kalibriereinheit BX-320 ist ein notwendiges Zubehör. Diese Kalibriereinheit wird für eine Überwachung des BKGD (Hintergrund) Wertes in Bezug auf die Entwicklung der Einheit und der Periodizität benötigt (siehe Handbuch für das BX-302).
- Das Gerät kann mit oder ohne die folgenden Optionen eingesetzt werden: Probenahmerohr Verlängerung BX-823 und mit oder ohne Aussenaufstellungsgehäuse BX-902 oder BX-903 betrieben werden.

1.7 BAM-1020 Gerätespezifikationen

PARAMETER	Spezifikation
Messprinzip:	Konzentrationsmessung durch Betaabsorption
US-EPA Zulassungen:	PM_{10}: EPA EQPM-0798-122 $PM_{2.5}$: Class III EPA EQPM-0308-170
Standard Messbereiche:	0 - 1.000 mg/m^3 (0 - 1000 µg/m^3)
Optionale Messbereiche:	0 - 0.100, 0.200, 0.250, 0.500, 2.000, 5.000, 10.000 mg/m^3 (Sonderanwendungen)
Genauigkeit:	Erreicht US-EPA Class III $PM_{2.5}$ FEM Spezifikation für additive und multiplikative Mittelung
Auflösung:	± 0.1 µg/m^3
Nachweisgrenze: **(2σ) (1 Stunde)**	Kleiner 4.8 µg/m^3 von 0.000 bis 0.100 mg/m^3 (typisch kleiner 4.0 µg/m^3)
Nachweisgrenze: **(2σ) (24 Stunden)**	kleiner 1.0 µg/m^3
Messzyklus:	1 Stunde
Durchflussrate:	16.7 Liter/Minute. Einstellbar von 0-20 LPM. Momentanwert oder Standardwert
Filterband:	Glasfaserfilterband, 30mm breit und 21 Meter lang. Eine Rolle reicht für ca. 60 Tage im 1 Stunden Messzyklus
Messbereichs-überwachung:	Automatisch 800ug (typisch) Messbereich wird stündlich geprüft
Beta-Quelle:	^{14}C Strahlenquelle, 60 µCi ±15 µCi (< 2.22 X 10^6 Beq), Halbwertzeit 5730 Jahre.
Beta Detektor:	Photomultiplier mit Plastikszintillationszähler.
Betriebstemperatur:	0 bis +50°C
Umgebungstemperatur:	-30° bis +60°C
Relative Feuchte:	0 bis 90% RH, nicht kondensierend.
Feuchteüberwachung:	Aktiv geregeltes Heizmodul, 10 - 99% RH einstellbar.
Zulassungen:	US-EPA, CE, NRC, TUV, CARB, ISO-9001
Nutzer-Schnittstelle:	Menügeführtes Interface mit 8x40 Zeichen LCD Display und dynamischer Tastatur
Analogausgang:	0-1 oder 0-10 VDC, per Schalter einstellbar (galvanisch getrennt) 4-20 oder 0-16 mA, per Schalter einstellbar (galvanisch getrennt)
Serielle Schnittstelle:	RS-232 2-Wege serielle Schnittstelle für PC oder Modem-Kommunikation
Drucker:	Nur serieller Ausgang, Datenausgabe an einen PC oder seriellen Drucker
Fernsteuersignale (Telemeter):	Externer Triggereingang (Relais) Trigger Fehlereingang (Relais)
Alarmrelais:	Ungültige Daten, Filterbandriss, Durchflussfehler, Netzfehler, Wartungssignal
Kompatible Software:	MicroMet Plus®, Comet™, HyperTerminal®, ProComm Plus®.
Fehlermeldungen:	Einstellbar, Ausgabe über serielle Schnittstelle, Display und Relais-Ausgänge
Speicher:	4369 Datensätze (182 Tage @ 1 Datensatz/Stunde).
Spannungsversorgung:	100 - 230 VAC, 50/60 Hz. 0.4 kW 3.4 A max.
Gewicht:	24.5 kg ohne angebautes Zubehör
Abmessungen:	H x B x T = 31 cm x 43 cm x 40 cm

*Technische Änderungen vorbehalten.

2 INSTALLATIONSORT UND INSTALLATION



2.1 *Auspacken und Installation*

Wenn Sie irgendwelche Beschädigungen an der Verpackung des Gerätes VOR dem Auspacken bemerken, sollten Sie unverzüglich den Spediteur benachrichtigen. Sollten Sie Beschädigungen an dem Gerät feststellen, benachrichtigen Sie bitte nach dem Spediteur auch Met One.

Nehmen Sie das Messgerät aus der Verpackung und prüfen Sie anhand des Lieferscheins / der Packliste die Vollständigkeit. Stellen Sie sicher, dass alle notwendigen Teile für Ihre Installation vorhanden sind.

Öffnen Sie die Tür mit der Anzeigeeinheit und dann entfernen Sie vorsichtig die zwei weißen Plastikringe im inneren des Gerätes von den Filterbandtransportrollen. Entfernen Sie Ringe allerdings erst wenn Sie das Messgerät wirklich installieren. Diese Ringe müssen installiert sein wenn das Gerät bewegt oder transportiert wird um eine Beschädigung des Filterbands Mechanismus zu vermeiden.

Bitte heben Sie die Ringe und das Verpackungsmaterial auf, für den Fall, das Sie das Gerät zur Fabrik zurück senden müssen. Met One übernimmt keine Haftung für Schäden, wenn das Gerät nicht in der Originalverpackung inklusive der Sicherungsringe transportiert wird. Wenden Sie sich an Met One, wenn Sie Ersatzverpackungen benötigen.

2.2 *Aufstellung*

Der BAM-1020 ist nicht wettergeschützt oder wasserdicht und ist für den Betreib in einer wetterfesten, ebenen, vibrationsfreien und staubfreien Umgebung. Die Temperaturen müssen im Bereich zwischen 0 °C und +50 °C liegen. Die relative Luftfeuchte darf 90% nicht überschreiten, auf keinen Fall darf Kondensation auftreten. Die unten beschriebenen Standardkonfigurationen für eine wetterfeste Aufstellung stehen zur Verfügung. Bitte kontaktieren Sie Met One, wenn Sie eine andere Aufstellungsweise benötigen.

1. **Begehbarer Raum oder mobiler Container mit Flachdach:** Dies kann ein vorgefertigter Container, ein LKW-Aufbau oder ein Raum in einem Gebäude sein. Der BAM wird auf einer Tischplatte oder in einem Geräteschrank, häufig mit anderen Geräten gemeinsam, installiert. Das Probenahmerohr muss in geeigneter Weise aus dem Dach herausragen. Eine Wechselspannungsversorgung muss vorhanden sein. Die Anweisungen für diese Art der Installation sind in dieser Anleitung enthalten.
2. **BX-902/903 klimatisierte Mini-Container:** Diese, manchmal scherzhaft als Hundehütte bezeichneten, Gehäuse sind kleine, vorgefertigte Container, die den BAM sowie das Zubehör aufnehmen. Sie werden am Boden oder auf dem Dach von Gebäuden installiert. Sie nur beheizt (BX-902) oder mit Heizung und Kühlung (BX-903) verfügbar. Die Gehäuse werden kundenspezifisch angefertigt und werden mit einem separaten Installationshandbuch ausgeliefert.

Hinweis: Die Lufttemperatur innerhalb der Umgebung, in der der BAM-1020 installiert wird, sollte innerhalb einer Stunde so konstant wie möglich gehalten werden. Dies ist notwendig,

da der BAM die Beta-Teilchen durch eine dünne Luftschicht um das Filterband herum am Beginn und am Ende einer Stunde misst. Wenn während dieser Zeit die Lufttemperatur um mehr als 2 °C abweicht, kann das die Messung um mehrere Mikrogramm verfälschen. Met One empfiehlt deshalb, die Temperatur innerhalb des Gehäuses zu protokollieren, um diesen Effekt zu kontrollieren. Die exakte Temperatur spielt keine Rolle, solange die Schwankungen innerhalb jeder Stunde so klein wie möglich gehalten werden.

2.3 Aufstellungsort

Die Genauigkeit der Messungen hängt von der Wahl des richtigen Aufstellungsortes ab. In vielen Fällen müssen die Bedingungen am Aufstellungsort genau festgelegt sein, um die Messungen für behördliche Zwecke verwenden zu können, wie Messungen nach der EPA PM_{10} und $PM_{2.5}$ Äquivalent-Methode. Anforderungen an den Aufstellungsort sind im EPA-Dokument EPA-450/4-87-007 May 1987 “Ambient Monitoring Guidelines for Prevention of Significant Deterioration” und in 40 CFR, Part 58 angegeben. In jedem Fall haben behördliche Anforderungen Vorrang.

Einlass-Höhe:

- Der Lufteinlass sollte sich in 2 bis 15 Meter, der „Atmungszone“, über dem Boden befinden. Wenn der BAM in einem Gehäuse auf dem Boden installiert wird, muss sich der Lufteinlass in einer Höhe von mindestens 2 m über dem Boden befinden.
- Wenn sich der Lufteinlass auf einem Dach befindet, sollte die Gesamthöhe über dem Boden 15 m nicht überschreiten. Der Lufteinlass sollte 2 m über der Dachkante liegen. Das erfüllt die Anforderungen an die Lufteinlasshöhe für die meisten FRM Probennehmer.
- Wenn der BAM zusammen mit andere Partikel-Messgeräten wie filterbasierten FRM Probenehmern oder anderen BAM Geräten installiert wird, muss die Lufteinlasshöhe die gleiche wie bei den übrigen Geräten sein,
- Die Gehäuse BX-902 und BX-903 sind so konstruiert, dass der Lufteinlass immer 2 m über dem Aufstellungsort liegt.
- Planen Sie bei der Festlegung der Länge des Lufteinlassrohres die Positionen für die PM_{10} und/oder $PM_{2.5}$ Messungen ein. Rohrlängen bis 2,5 m stehen zur Verfügung.
- Die maximale Gesamtlänge des Ansaugrohren zwischen BAM und Lufteinlass darf 5 m nicht überschreiten.
- Wenn der Lufteinlass des BAM der höchste Punkt eines Gebäudes ist, müssen Blitzableiter installiert werden, um das Gerät vor Beschädigungen in einem Gewitter zu verhindern.

Frei Anströmung des Lufteinlasses:

- Der Lufteinlass des BAM muss einen Abstand von mindestens 1 m von allen Gegenständen haben, die die Anströmung der Luft beeinflussen könnten, dies schließt auch den Lufteinlass anderer Instrumentes ein.
- Wenn ein BAM-1020 zusammen mit andern BAM- oder FRM-Geräten installiert wird, muss der Abstand zwischen den Lufteinlässen für jedes Gerät mindesten 1 m betragen.
- Wenn ein BAM neben einem anderen BAM- oder FRM-Geräten installiert wird, muss der Abstand zwischen den Lufteinlässen für jedes Gerät 1 m bis 2 m betragen. 2 m sollten wenn möglich eingehalten werden.
- Für den Fall, dass Sie das Gerät In der Nähe eines Sammlers mit sehr hohem

Sammelvolumen installieren wollen, sollte der Abstand des Lufteinlasses des BAM und des Sammlers nicht weniger als 3 m betragen.

- Der Lufteinlass des BAM-1020 muss mindestens 2 m von Hindernissen wie Mauern, Zäunen und Wänden entfern sein.
- Wenn der BAM neben einem hohen Hindernis (z.B. einem anderen Gebäude) installiert wird, sollte der Abstand zwischen Gebäude und Messstation zweimal der Gebäudehöhe entsprechen.
- Der Lufteinlass muss mindesten 20 m von überhängenden Bäumen entfernt sein.
- Der Lufteinlass muss mindestens in einem Sektor von 270° frei umströmt werden können. Die vorherrschende Windrichtung in der Jahreszeit mit der höchsten Partikel-Konzentration muss innerhalb dieser 270° liegen.

Staubquellen: Um mögliche Messfehler zu vermeiden, sollte sich der Lufteinlass so weit wie möglich von künstlichen Staubquellen wie Gebläsen, Ventilatoren oder Klimaanlagen auf einem Dach entfernt befinden, besonders dann, wenn diese Geräte Luft über den Einlass des BAM blasen. Selbst Quellen, die gefilterte Luft ausblasen, sollten nicht über den Einlass des BAM blasen.

Abstand zu Verkehrswegen: Der BAM-1020 sollte nicht direkt neben Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen installiert werden, da sonst die Abgase die Konzentrationsmessung dominieren. Dieser Effekt kann nur schwer vorausgesagt werden, da wechselnde Winde die Abgasfahne auf den BAM Einlass treiben können.

- Straßen mit einem Verkehrsaufkommen von weniger als 3000 Fahrzeugen werden normalerweise nicht als Quelle von Verschmutzungen angesehen. In diesem Fall muss der BAM mindestens 5 m von der nächsten Fahrbahn entfernt installiert werden.
- Der BAM muss mindesten 25 m entfernt von jeder erhöhten Straße mit einer Höhe von über 5 m installiert werden.
- Das Gerät sollte so weit wie möglich von unbefestigten Straßen entfernt installiert werden, da diese ebenfalls eine Quelle für Staub darstellen.
- Das Gerät sollte nicht in ungepflasterten Bereichen auf gestellt werden, es sei denn, der Boden ist ganzjährig mit Vegetation bedeckt, um Einflüsse von Staubaufwirbelungen zur vermeiden.

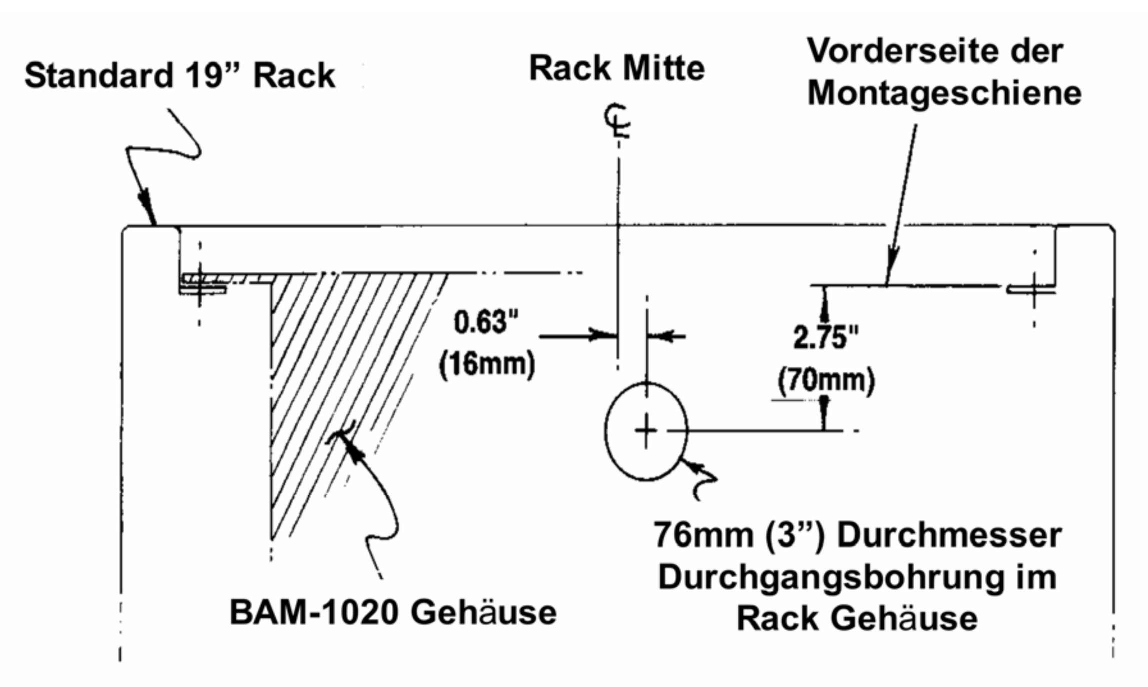
2.4 Aufstellung in einem begehbaren Container

Wenn der BAM-1020 in einem begehbaren Container installiert wird, wird der BAM entweder in einem Geräte-Rack oder auf einer Tischplatte montiert. Met One empfiehlt die Installation in einem Rack, da das eine bessere und stabilere waagerechte Aufstellung des Gerätes ermöglicht. In einem Rack ist außerdem eine sauberere und platzsparendere Installation möglich. Trotzdem sind beide Arten der Installation möglich, solange das Gerät waagerecht aufgestellt wird und das Probenahmerohr perfekt lotrecht installiert wird. Met One liefert die Einbaumaterialien für die Montage in einem Geräterack mit jedem Gerät. Beachten Sie die folgen Punkte bei der Planung der Installation:

- **Zugang zur Rückseite**: Das Gerät muss mit genügen Abstand zur Rückseite installiert werden, um einen Zugang für Verdrahtung und Wartung zu gewährleisten.

Es sind mindestens 15 cm erforderlich. Der Zugang zur Rückseite sollte wenn immer möglich komplett freigelassen werden.

- **Zugang von oben**: Zwischen BAM-Geräteeinlass und Decke müssen mindestens 20 cm Platz vorhanden sein, um den die Probenahmeheizung einbauen zu können, die auf dem Probenahmerohr direkt über dem Gerät installiert wird.
- **Transportable Container**: Wenn der BAM-1020 in einem Geräterack in einem fahrbaren Container oder auf einem Fahrzeug installiert wird, **muss** das Gerät wegen der Erschütterungen von unten **zusätzlich** zu den Montageschienen unterstützt werden. Die Plastik-Transportsicherungen müssen während der Fahrt / des Transportes ebenfalls eingesetzt werden.
- **Rack-Anpassungen**: In die Oberseite des Geräteracks muss häufig eine Öffnung geschnitten werden, um das Probenahmerohr durch das Dach zu verlängern. Die Abmessungen für die Öffnung entnehmen Sie bitte der Zeichnung unten. **Hinweis**: Die Probenahmeheizung ist ein Zylinder, der auf das Probenahmerohr ca. 5 cm oberhalb des Gerätes montiert wird. Wenn der BAM weit oben im Rack montiert wird, muss die Öffnung ggf. vergrößert werden, um die Heizung einsetzen zu können. Die Heizung ist mit einem Isolierrohr ausgestattet, das an die Verhältnisse angepasst werden kann. Stellen Sie sicher, dass die Teile zusammenpassen, bevor Sie den BAM installieren.



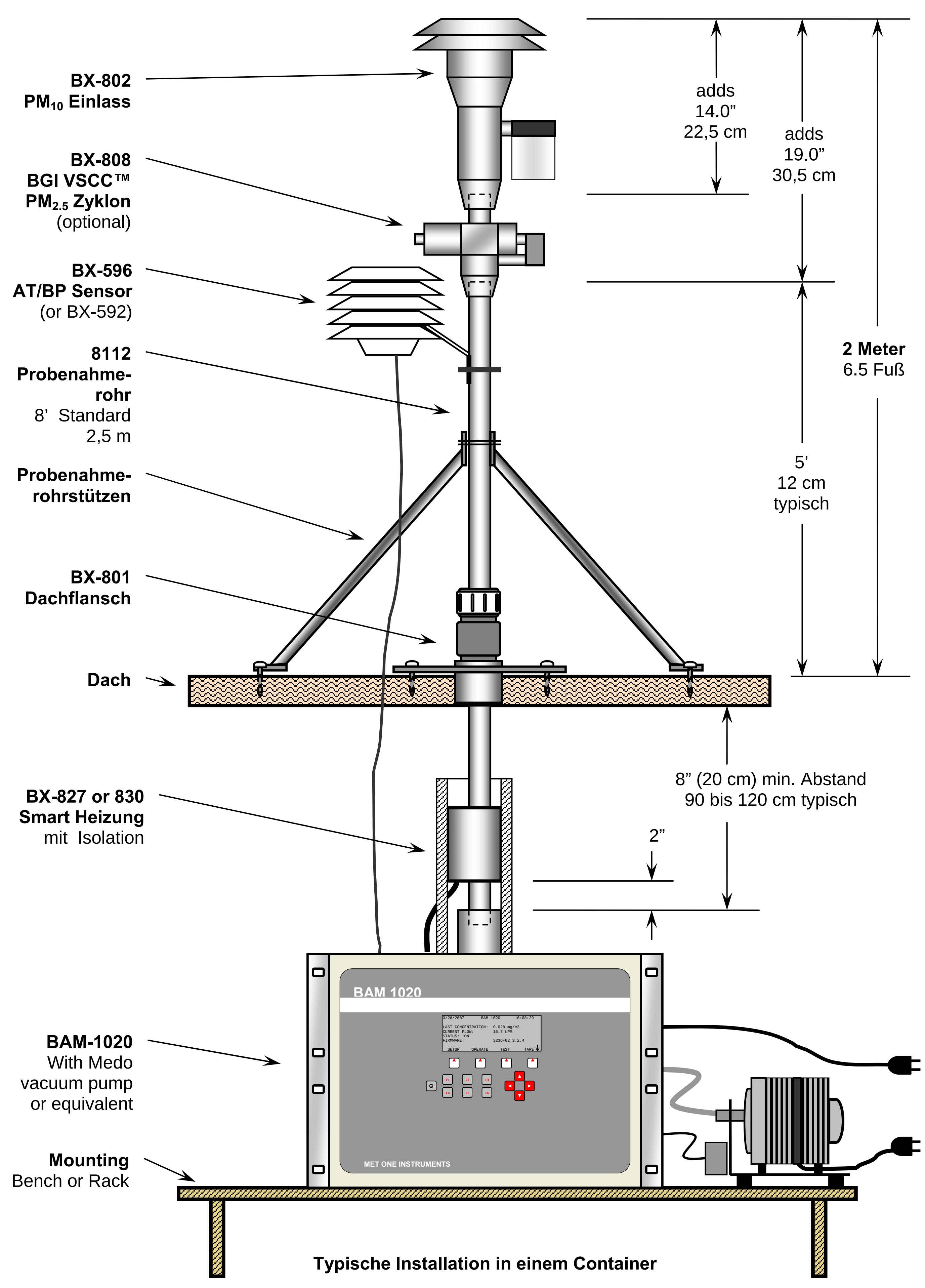
Modifikation des 19” Rack Gehäuses zur Installation des Probenahmerohrs

2.5 Einbauhinweise

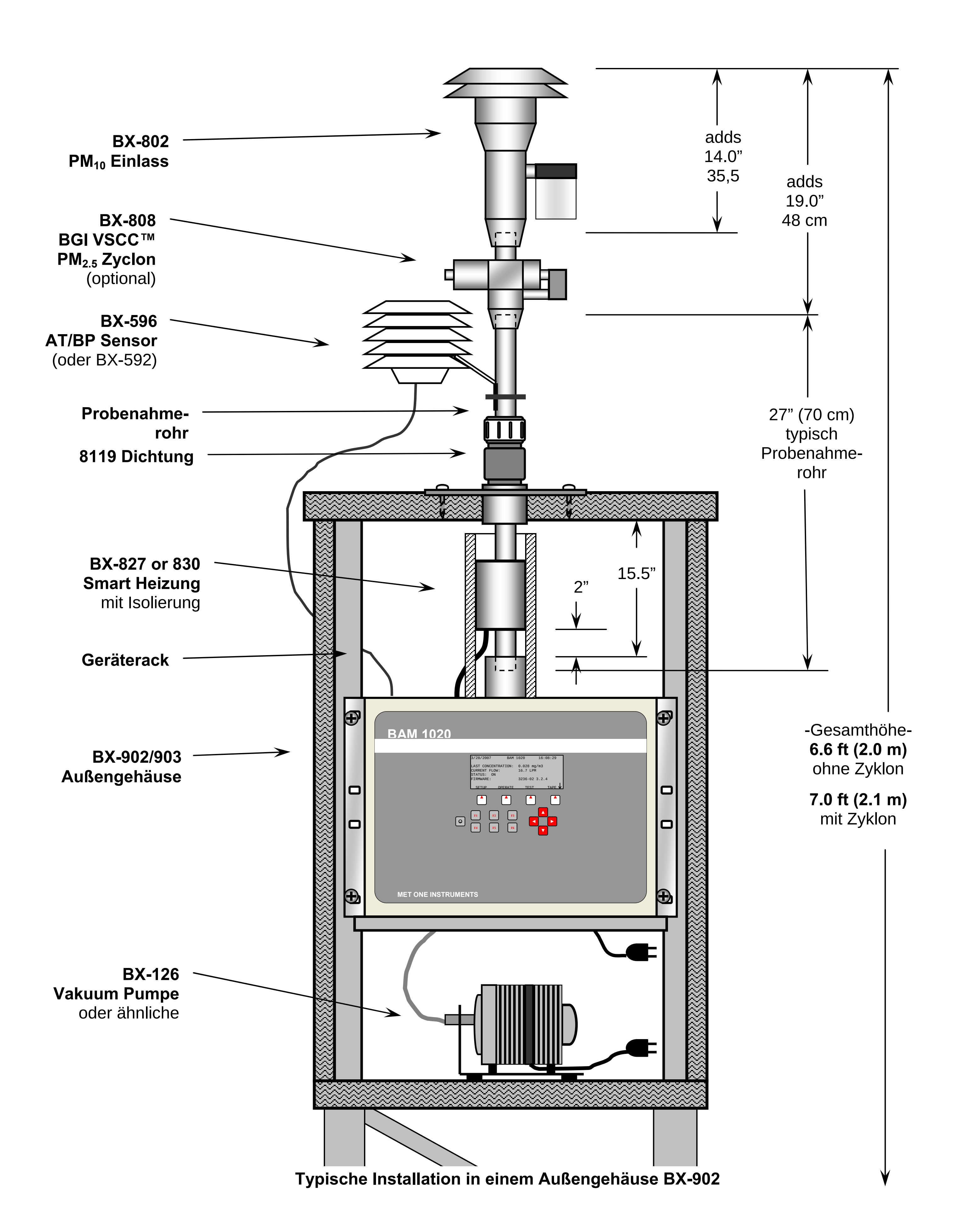
Der BAM-1020 sollte nur von Personal installiert werden, das mit Umwelt-Messgeräten vertraut ist. Es sind keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, außer denen des sorgfältigen Umgangs bei der Handhabung wissenschaftlicher Geräte. Beachten Sie die Zeichnungen auf den folgenden Seiten.

1. **Arbeiten am Dach**: Bestimmen Sie Stelle, an der das Probenahmerohr durch die Decke des Messcontainers oder des Gehäuses nach außen soll. Bohren Sie ein 2 ¼" (58 mm) Durchmesser Loch an dieser Stelle durch das Dach. Stellen Sie sicher, dass sich das Loch direkt über dem BAM –Geräteeinlass befindet, da das Probenahmerohr perfekt lotrecht stehen muss. **Hinweis**: Der Geräteeinlass ist leicht links versetzt (0,6 in / 15 mm) zur Gerätemitte, siehe Zeichnung.
2. **Wasserdichter Flansch**: Bringen Sie Silikondichtmasse um das Loch auf und Platzieren Sie den Dachdurchführungsflansch BX-801 über dem Loch. Normalerweise ist die beste Einbaulage für den Flansch, wenn das Gewindestück nach unten zeigt. Schrauben Sie den Flansch mit 4 den vier Ankerschrauben oder mit selbst schneidenden Schrauben (nicht im Lieferumfang enthalten) auf dem Dach fest. Bringen Sie weitere Silikondichtmasse um den Flansch herum auf, um ein Eindringen von Wasser zu verhindern. Drehen Sie Teflon-Band um die Gewinde der Schrauben der grauen Kunststoffdichtung und schrauben Sie sie in den Dachflansch.
3. **Probenahmerohr**: Entfernen Sie die weiße Kappe und die Gummidichtung von der Dachdurchführung. Das erleichtert den Einbau des Probenahmerohrs, da die Dichtung sehr eng um das Probenahmerohr liegt. Führen Sie das Probenahmerohr durch die Dachdurchführung in den Rohranschluss des BAM. Stellen Sie sicher, dass das Rohr fest sitzt.
4. **Ausrichtung des Probenahmerohrs**: Es ist sehr wichtig, dass das Probenahmerohr in rechten Winkel in den BAM eingebracht wird. Das ordnungsgemäße öffnen und schließen der Bestaubungskammer wird beeinträchtigt, wenn es durch einen falsche Einbau des Probenahmerohrs zu eine Verklemmung des Mechanismus kommt. Ein einfacher Test ist darauf zu achten, dass sich das Probenahmerohr nach dem Einbau sich noch drehen lässt (vor dem Abdichten der Dachdurchführung und vor dem Befestigen der Schrauben am Gerät). Wenn das Probenahmerohr lotrecht eingesetzt ist, lasst sich das Rohr leicht drehen, wenn es am BAM eingesetzt ist. Wenn sich das Rohr nicht drehen lässt, prüfen Sie die vertikale Ausrichtung des Rohres oder verschieben Sie den BAM leicht.
5. **Heizung**: Vor der Befestigung des Probenahmerohrs muss die Probenahmeheizung Smarttyp BX-827 oder BX-830 auf dem Rohr installiert werden. Heben Sie dazu das Probenahmerohr aus dem Geräteanschluss heraus und stechen Sie das Rohr durch die Heizung (das Kabelende zeigt nach unten). Dann stecken Sie das Rohr wieder in den Geräteanschluss. Positionieren Sie die Heizung 2" (5 cm) oberhalb des Geräteanschlusses und fixieren Sie die Heizung mit den beiden Klemmschrauben fest am Rohr. Die Heizung beinhaltet ein 30 cm langes Stück Isoliermaterial. Das Isoliermaterial ist zur einfachen Montage der Länge nach geschlitzt. Wickeln Sie die Isolierung um die Heizung und entfernen Sie den Klebestreifen zur Fixierung. Die Isolierung kann bei Bedarf abgeschnitten werden.
6. **Abdichtung**: Stecken Sie die schwarze Gummidichtung und die weiße Kappe über das Probenahmerohr. Die Gummidichtung lässt sich leichter installieren, wenn Sie das Probenahmerohr etwas mit Wasser anfeuchten. Ziehen Sie die weiße Kappe fest.

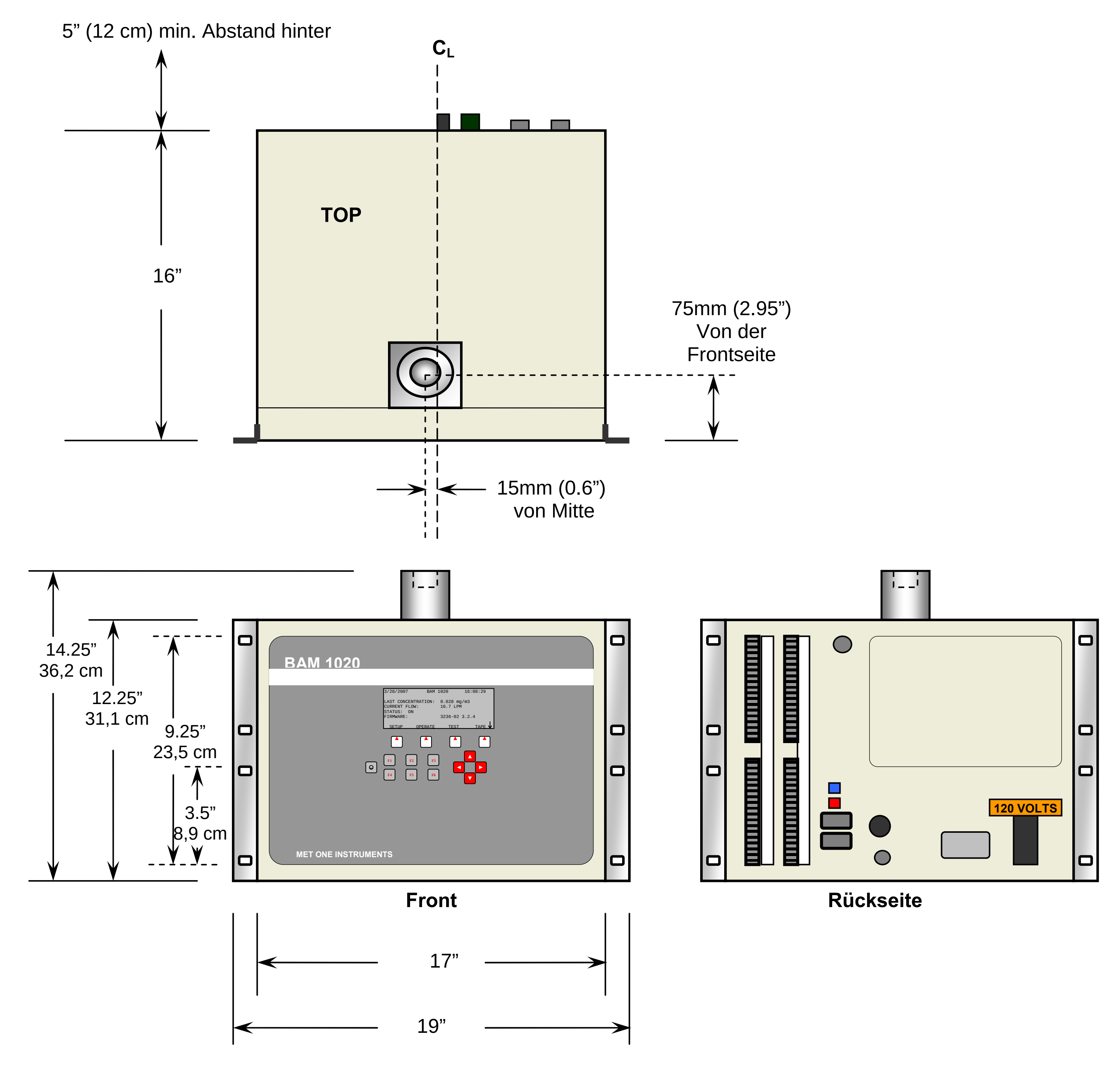
7. **Rohrabstützung**: Der BX-801 Montagesatz enthält in der Regel zwei Aluminium-Stützen zur Befestigung zur Abstützung des Rohres auf dem Dach, damit sich das Rohr nicht im Wind bewegt. Die Winkel werden üblicherweise (in einem Winkel von 90°) mit Schellen am Rohr befestigt. Das andere Ende der Stütze wird auf dem Dach mit Ankerschrauben (nicht im Lieferumfang enthalten) befestigt. **Hinweis**: Einige Installationen erfordern andere Methoden oder andere Befestigungsmittel zur Unterstützung des Probenahmerohrs. Befestigen Sie das Rohr mit den geeignetsten Mitteln, die Ihnen zur Verfügung stehen.
8. **Temperatursensor**: Die meisten BAM sind mit einem BX-592 (Temperatursensor) oder einem BX-596 (Temperatur- und Drucksensor) ausgestattet, der am Probenahmerohr auf dem Dach angebracht wird. Das Sensorkabel muss in den Messcontainer geführt werden und am BAM angeschlossen werden. In den meisten Fällen ist es am einfachsten, ein 3/8” (10 mm) Loch in einem Abstand von etwa 15 cm vom Probenahmerohr in das Dach zu bohren, das Kabel durch das Loch zu führen und das Loch anschließend mit Dichtmasse zu verschließen. In einigen Fällen gibt es möglicherweise eine bessere Möglichkeit, das Kabel in den Messcontainer zu führen. Führen Sie das Kabel auf die günstigste Weise in den Messcontainer. Der BX-596-Sensor wird direkt am Probenahmerohr mit einem U-Halter befestigt. Befestigen Sie beim BX-592 das Aluminium-Halter am Probenahmerohr und rasten Sie den Sensor am Halter ein.
9. **Lufteinlässe**: Wenn der BAM-1020 als FEM $PM_{2.5}$ Monitor konfiguriert ist, stecken Sie das $PM_{2.5}$ Very Sharp Cut Zyklon (BGI VSCC™) auf das Probenahmerohr unterhalb des BX-802 PM_{10} Einlasses. Für die PM_{10} Messung wird der Einlass BX-802 ohne Zyklon installiert. Verwenden Sie O-Ring Schmiermittel falls notwendig.
10. **Erdung des Probenahmerohrs**: Fixieren Sie die beiden ¼-20 Klemmschrauben am Geräteeinlass des BAM, um das Probenahmerohr zu befestigen. Dadurch wird gleichzeitig eine Erdung des Probenahmerohrs hergestellt, da sich sonst bei gewissen atmosphärischen Bedingungen statische Ladung auf dem Probenahmerohr entwickeln kann und die Messungen beeinträchtigt. Dies ist besonders wichtig in der Nähe von elektromagnetischen Feldern, Hochspannungsleitungen oder RF-Antennen. Prüfen Sie den Kontakt, indem Sie etwas Lack am Boden des Probenahmerohrs abkratzen und mit einem Multimeter den Widerstand zwischen dieser Stelle und dem Gerätechassis am Erdungsbolzen auf der Geräterückseite messen. Der Widerstand sollte nur wenige Ohm betragen, wenn die Verbindung mit den Schrauben hergestellt wurde. Falls das nicht der Fall ist, lösen Sie die ¼-20 Schrauben und schneiden Sie die Löcher mit einem entsprechenden Gewindebohrer nach. Drehen Sie die Schrauben wieder hinein und prüfen Sie den Widerstand erneut. **Hinweis**: Eloxierte Aluminiumoberflächen sind nicht leitfähig.



Typische Installation in einem Container



Typische Installation in einem Außengehäuse BX-902



BAM-1020 Abmessungen

2.6 Elektrischer Anschluss

Jeder BAM ist werkseitig entweder auf 120 oder 230 V AC Netzanschluss eingestellt. Der Messcontainer muss über einen Netzanschluss zum Betrieb des ABM, der Pumpe und anderer Geräte wie Computer, Datenaufzeichnungsgeräte verfügen. Eine gute Erdverbindung in der Nähe des BAM wird dringend empfohlen. Der Container muss nach den örtlichen Vorschriften bezüglich des Netzanschlusses ausgelegt sein. Nachdem der BAM aufgestellt und an das Netz angeschlossen ist, verbinden Sie die elektronischen Zubehörkomponenten wie folgt, siehe auch Abbildung unten.

1. **BAM-1020 Netzanschluss**: Schließen Sie den BAM-1020 mit dem Mitgelieferten Netzkabel an die Spannungsversorgung an. Hinweis: Die beiden Sicherungen im BAM Netzteil sind über das Sicherungsfach am Netzgerätestecker zugänglich. Das Netzkabel muss abgezogen werden, um das Sicherungsfach zu öffnen.

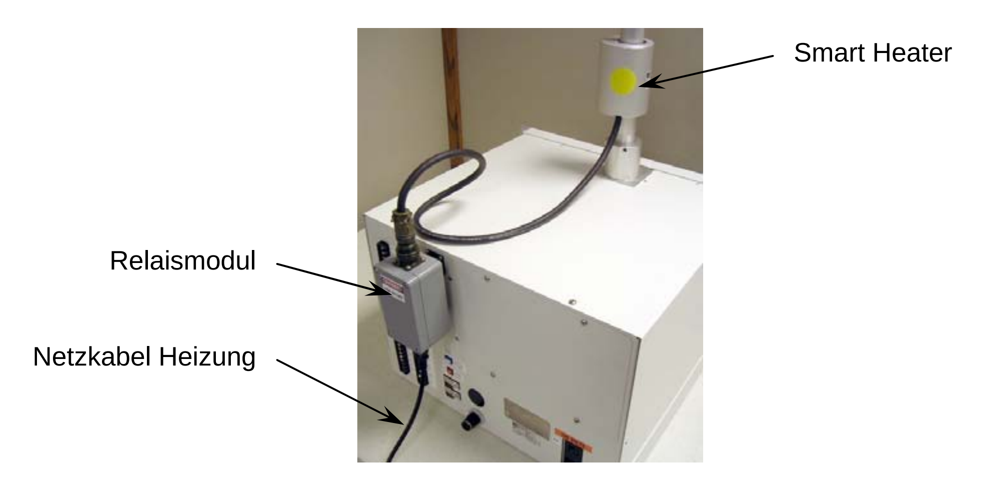
   Met One empfiehlt, den BAM an eine batteriebetriebene UPS (unterbrechungsfreie Stromversorgung) anzuschließen, da auch ein kurzzeitiger Spannungsabfall zum Neustart des BAM und zum Verlust der aufgezeichneten Daten der gesamten Stunde führt. Eine kleine UPS mit 300 W oder mehr reicht normalerweise aus. Die Vakuumpumpe muss in der Regel nicht an die UPS angeschlossen werden, da der BAM einen kurzzeitigen Ausfall der Pumpe kompensieren kann. Wenn die Pumpe ebenfalls an die UPS angeschlossen werden soll, ist ein wesentlich größeres Gerät erforderlich.
2. **Gehäuse-Erdung**: Schließen Sie einen der mit „CHASSIS“ beschrifteten Anschlüsse an einen Erdungspunkt so nah wie möglich am Gerät an. Verwenden Sie dazu das mitgelieferte grün-gelbe Kabel. Ein Erdungspunkt ist empfohlen, aber eine Kaltwasserleitung oder eine Anschlussbox mit Schutzerde können ebenfalls verwendet werden. Hinweis: Der BAM nutzt ebenfalls die Schutzerde im Netzkabel.
3. **Anschuss der Pumpe**: Suchen Sie einen Standort für die Vakuum-Pumpe. Der beste Standort ist normalerweise auf dem Boden unterhalb des Geräteracks oder Tisches. Die Pumpe kann aber auch in einem Abstand bis zu 7,5 m (25 ft) aufgestellt werden. Schließen Sie die Verrohrung zwischen Pumpe und Rückseite des BAM an, indem Sie die Rohre an beiden Enden fest in die Klemmanschlüsse einsetzen. Die Verrohrung sollte auf die richtige Länge gekürzt werden, die übrig gebliebenen Abschnitte können als Ersatzteile eingelagert werden. Die Pumpe wird mit einem 2-adrigen Steuerkabel verbunden, über das der BAM die Pumpe ein- und ausschaltet. Schließen Sie dieses Kabel an die mit „PUMP CONTROL“ bezeichneten Klemmen auf der Rückseite des BAM an. Das Ende des Kabels, an dem der rechteckige Ferrit-Filter sitzt, wird am BAM angeschlossen, die Polarität spielt keine Rolle. Die rote und schwarze Ader können auf eine beliebige Klemme gelegt werden. Schließen Sie das andere Ende des Kabels an die Klemmen der Pumpe an.
4. **Temperatur- und Drucksensoren**: Der BX-596 oder BX-592 Temperatursensor sollte bereits auf dem Probenahmerohr befestigt sein und das Kabel sollte bis zum BAM-1020 verlegt sein. Schließen Sie das Kabel an die Klemmen auf der Rückseite des BAM wie folgt an:

BX-596 AT/BP Sensor	
Ader Farbe	**Klemmanschluss**
gelb	Kanal 6 SIG
schwarz / Schirm	Kanal 6 COM
rot	Kanal 6 POWER
grün	Kanal 6 ID
weiß	Kanal 7 SIG

BX-592 AT Sensor	
Ader Farbe	**Klemmanschluss**
gelb oder weiß	Kanal 6 SIG
schwarz / Schirm	Kanal 6 COM
rot	Kanal 6 POWER
grün	Kanal 6 ID

Weitere Sensoren können an den BAM an Kanal 1 bis 5 angeschlossen werden, um unterschiedlichste meteorologische Parameter zu messen. Die Anschlussdetails zu diesen Sensoren finden Sie im Kapitel 10.2 in diesem Handbuch.

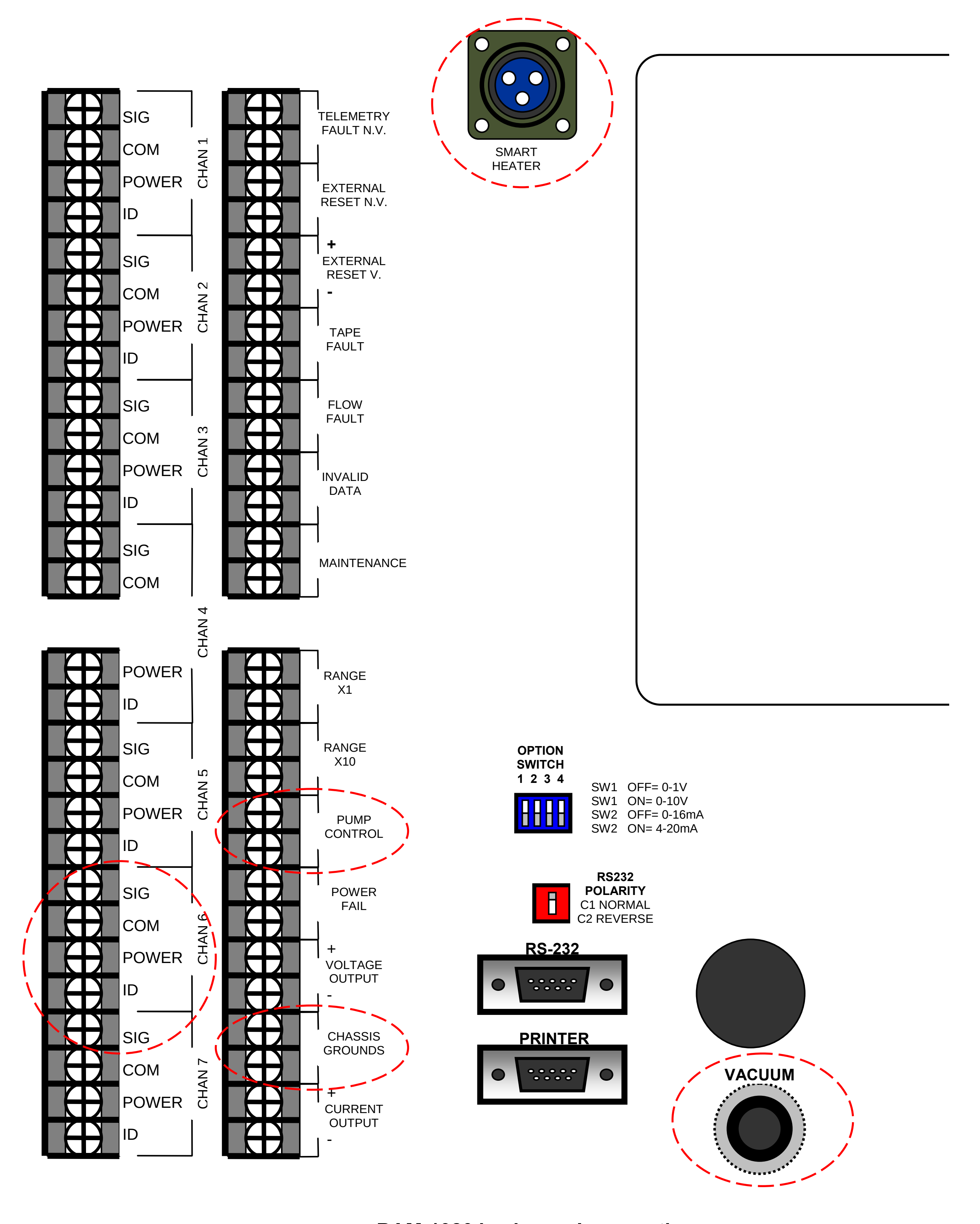
5. **Smart Heater**: Es gibt zwei Möglichkeiten, um den Smart Heater BX-827/860 elektrisch anzuschließen. Wenn der Einbausatz mit einem grauen Relaismodul geliefert wurde (Geräte nach Mai 2008 wie unten abgebildet), stecken Sie das Relaismodul in den passenden Steueranschluss auf der Rückseite des BAM und schließen Sie den Smart Heater an den grünen Stecker auf dem Relaismodul an. Das Relaismodul hat ein eigenes Netzanschlusskabel für die Versorgung der Heizung. **Hinweis**: Der Netzanschluss auf der Rückseite des BAM wurde geändert, um einen Anschluss der Heizung an den BAM zu verhindern.
In früheren Versionen des Einbausatzes wurde der Smart Heater direkt am BAM auf der Rückseite eingesteckt und der Spannung wurde vom BAM zur Verfügung gestellt. Wenn der BAM so konfiguriert ist, stecken Sie einfach das Kabel der Heizung in den passenden grünen Metallstecker auf der Rückseite des BAM.



6. **Optionaler Anschluss eines Aufzeichnungsgerätes**: Der BAM stellt einen analogen Ausgang zum Anschluss eines externen Aufzeichnungsgerätes zur Verfügung. Schließen Sie das Aufzeichnungsgerät über die mit „VOLT OUT +, -“ beschrifteten Klemmen mit einem 2-adrigen geschirmten Kabel (nicht im Lieferumfang enthalten) an. Beachten Sie die Polarität des Kabels. Ausführliche Informationen zur

Konfiguration dieses Analogausgangs finden Sie in Kapitel 8 dieses Handbuchs. Ein Stromausgang ist ebenfalls verfügbar.

7. **Andere Anschlüsse**: Der BAM-1020 stellt eine Reihe von Telemetrie-Ein-Ausgangs-Relais und Fehler-Relais auf der Rückseite zur Verfügung. RS-232 Schnittstellen sind ebenfalls vorhanden. Diese Anschlüsse werden in Kapitel 8 und Kapitel 9 dieses Handbuchs beschrieben.



BAM-1020 back panel connections

3 Inbetriebnahme Ihres BAM-1020

Dieses Kapitel beschreibt die Vorgehensweise beim Setup und bei der Konfiguration Ihres BAM-1020 und die notwendigen ersten Schritte zur Inbetriebnahme.
In einigen Abschnitten wird auf andere Abschnitte dieses Handbuchs verwiesen, die detailliertere Informationen enthalten. Es wird vorausgesetzt, dass das Gerät bereits wie in Kapitel 2 beschrieben installiert und aufgestellt ist. In einigen Fällen ist es sinnvoll, das BAM zuerst in einer Testumgebung zu installieren, bevor es endgültig aufgestellt und installiert wird, um die Funktionen kennenzulernen und Setups zu konfigurieren. Die folgenden Schritte zur Inbetriebnahme des Gerätes werden in diesem Kapitel beschrieben:

1. **Einschalten und Warmlauf des Gerätes.**
2. **Machen Sie sich mit dem User-Interface vertraut.**
3. **Filterband einlegen.**
4. **Selbsttest durchführen.**
5. **Echtzeituhr einstellen und Setup-Parameter prüfen.**
6. **Dichtheitsprüfung durchführen und Durchfluss prüfen.**
7. **Rückkehr zum Hauptmenü und Ausführen des automatischen Starts am Beginn der vollen Stunde.**
8. **Bedienermenüs während des Messzyklus aufrufen.**

3.1 *Einschalten*

Auf der Rückseite des BAM-1020 befindet sich direkt über dem Netzanschluss der Netzschalter. Stellen Sie vor dem Einschalten sicher, dass das Gerät mit der richtigen Spannung versorgt wird und dass alle elektrischen Anschlüsse korrekt vorgenommen wurden (Kapitel 2.6). Nach dem Einschalten erscheint nach einigen Sekunden das Hauptmenü. Möglicherweise wird ein Fehler angezeigt, dass kein Filterband eingelegt ist. Hinweis: Geräte mit der Firmware Version 3.1 oder früher zeigen ein etwas anderes Menü.

```
3/28/2007       BAM 1020      16:08:29

LAST CONCENTRATION:  0.028 mg/m3
CURRENT FLOW:        16.7 LPM
STATUS:  FILTER TAPE ERROR!
FIRMWARE:            3236-02 3.2.4

  SETUP     OPERATE     TEST      TAPE
```

Das Hauptmenü

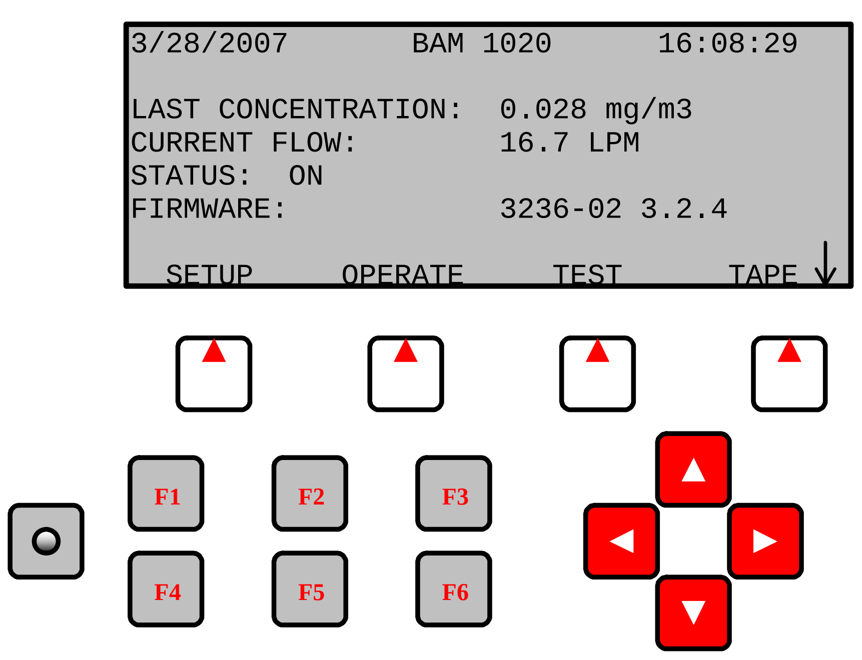
3.2 *Warmlauf*

Das BAM-1020 muss für mindestens eine Stunde warm laufen, bevor ein Messzyklus gestartet wird. Das ist notwendig, da der Beta-Detektor eine Vakuum Röhre enthält, die sich bei jedem Einschalten des BAM stabilisieren muss. Außerdem erlaubt das der Elektronik, die optimale Betriebstemperatur zu erreichen. Dies ist immer notwendig, wenn das BAM für eine längere Zeit ausgeschaltet war. Während des Warmlaufes können die Setups durchgeführt

werden und das Filterband eingelegt werden. Die meisten Ämter verwerfen die ersten Stunden der Konzentrationsmessungen nach dem Einschalten des Gerätes.

3.3 Bedienung der Tastatur und des Display

Nach dem Einschalten erscheint das Hauptmenü auf dem LCD-Bildschirm. Dieses Menü ist der Ausgangspunkt für alle Funktionen des BAM-1020.



Die BAM-1020 Nutzer-Schnittstelle

Soft-Tasten:
Direkt unterhalb des Displays befinden sich die sogenannten „Soft-Tasten“. Dies sind dynamische Tasten, deren Funktion sich in Abhängigkeit der angezeigten Optionen oberhalb der Taste in der unteren Zeile des Displays. Die Funktion, die oberhalb der Taste angezeigt wird, ist diejenige, die im jeweiligen Menü ausgeführt wird. Diese Tasten werden in allen Menüs mit den unterschiedlichsten Funktionen belegt. Z.B. werden die Änderungen in einem Menü erst gespeichert, wenn der Soft-Key SAVE gedrückt wird. EXIT ist eine weitere gemeinsame Funktion.

Pfeil-Tasten (Cursor):
Die vier roten Pfeiltastenwerden zum blättern nach oben, unten, rechts und links, zum navigieren im Menü und zur Auswahl von Menüpunkten oder zur Änderung von Feldern benutzt. Die Pfeiltasten werden auch häufig zum Ändern von Parametern oder erhöhen/vermindern von Werten verwendet.

Kontrast-Taste:
Mit der Taste mit dem Kreis wird der hell/dunkel Kontrast des LCD-Displays eingestellt. Halten Sie die Taste gedrückt, bis der gewünschte Kontrast erreicht ist. Es ist möglich, das Display vollkommen dunkel oder vollkommen hell einzustellen. Stellen Sie den Kontrast also so ein, dass das Display gut sichtbar ist. Ansonsten könnte der Eindruck entstehen, dass das BAM nicht funktioniert.

Funktionstasten F1 bis F6:
Die Funktionstasten erlauben einen schnellen Zugriff auf häufig benutzte Menüs und können zu fast jedem Zeitpunkt gedrückt werden, ohne den Messzyklus zu unterbrechen. Die Funktionstasten sind im Hauptmenü oder zur Eingabe von Passwörtern aktiv. Das werkseitige Passwort lautet F1, F2, F3, F4.

F1 Current (Aktuell): Diese Taste ruft das Menü OPERATE > INST auf, um die vom BAM-1020 gemessenen Momentanwerte anzuzeigen, siehe Kapitel 3.12. Drücken der Taste F1 unterbricht den Messzyklus nicht.
F2 Average (Mittelwert): Diese Taste ruft das Menü OPERATE > AVERAGE auf, das den letzten aufgezeichneten Mittelwert anzeigt, siehe Kapitel 3.13. Drücken der Taste F2 unterbricht den Messzyklus nicht.
F3 Error Recall (Fehler anzeigen): Diese Taste zeigt die Fehler an, die vom BAM-1020 aufgezeichnet wurden. Die Fehler sind nach Datum sortiert. Die letzten 12 Tage, an denen Fehler aufgetreten sind, können abgerufen werden. Bis zu 100 Fehler werden angezeigt. Drücken der Taste F3 unterbricht den Messzyklus nicht.
F4 Data Recall (Daten anzeigen): Mit dieser Taste können die gespeicherten Daten einschließlich der Konzentrationen, des Durchflusses und aller sechs externen Kanäle angezeigt werden. Die Daten sind nach Datum sortiert. Der Bediener kann die Daten mit den Soft-Tasten Stunde für Stunde durchblättern. Nur die letzten 12 Tage, an denen Daten aufgezeichnet wurden, sind verfügbar. Drücken der Taste F4 unterbricht den Messzyklus nicht.
F5 Transfer Module: Mit dieser Taste wird der Speicherinhalt zu einem optionalen Speichermedium übertragen, um die ohne einen Computer zu sichern. Diese Funktion wird selten benutzt. Met One empfiehlt, die Daten mit einem Laptop, Computer oder über eine Modem-Verbindung herunterzuladen.
F6 (Frei): Diese Taste hat keine Funktion.

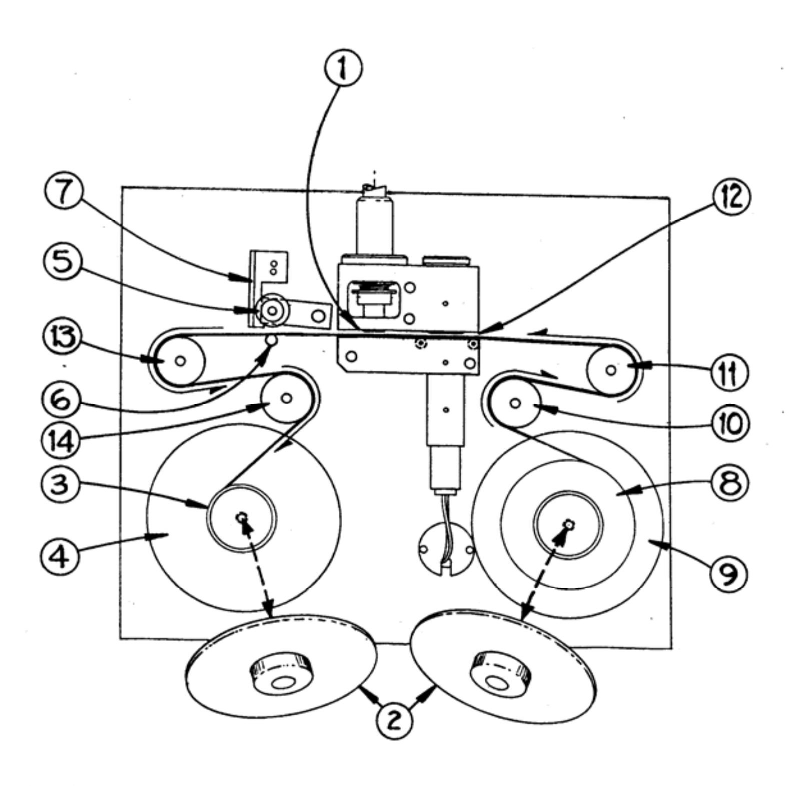
3.4 Einlegen des Filterbandes

Die Rolle mit dem Filterband muss für die Messung in den BAM-1020 eingelegt werden. Unter normalen Bedingungen sollte eine Rolle sollte für mehr als 60 Tage reichen. Sie sollten immer einige Rollen auf Lager haben, um Aufzeichnungslücken zu vermeiden. Met One empfiehlt das Tragen von fusselfreien Baumwollhandschuhen beim Einlegen des Filterbandes zu tragen. Einige Behörden bewahren die benutzten Rollen für eine Nachkontrolle auf, obwohl es keine Garantie gibt, dass die Probenahmeorte nicht kontaminiert wurden. Gebrauchte Filterbänder sollten nicht von der Rückseite oder noch einmal verwendet werden! Das führt unweigerlich zu Messproblemen. Das Einlegen des Filterbandes ist mit den folgenden Schritten einfach durchzuführen:

1. Schalten Sie den BAM-1020 ein und rufen Sie das Menü TAPE (Hinweis: Es handelt sich nicht um das TEST > TAPE Menü). Wenn die Bestaubungskammer (nozzle) geschlossen ist (nicht in UP-Position), drücken Sie die Soft-Taste TENSION.
2. Drücken Sie die Gummitransportrollen nach oben und rasten Sie sie in der UP-Position ein. Entfernen Sie die beiden durchsichtigen Spulenabdeckungen indem sie die beiden Halteschrauben lösen.
3. Ein leerer Spulenkern muss auf der Aufwickelseite installiert sein. Das bietet dem Filterband eine Fläche, auf die es aufgewickelt wird. Met One liefert eine Plastikspule für die erste Rolle Filterband mit. Danach können Sie die leere Spule der letzten Rolle

zum aufspulen verwenden. Fixieren Sie das Filterband niemals auf dem Aluminiumkörper.

4. Stecken Sie die frische Filterbandrolle auf die Vorratsrolle (rechts) und fädeln Sie das Band durch die Transportrollen wie in der Abbildung gezeigt. Fixieren Sie das lose Ende des Filterbandes auf der leeren Plastikspule mit Klebeband oder ähnlichem.
5. Spannen Sie das filterband vorsichtig von Hand. Montieren Sie die durchsichtigen Spulenabdeckungen. Die Abdeckungen klemmen die Rollen und verhindern ein Durchrutschen.
6. Justieren Sie das Filterband, so dass es auf allen Rollen in der Mitte liegt. Neue Geräte haben Markierungen auf den Rollen, um die Zentrierung zu vereinfachen.
7. Lösen Sie Gummitransportrollen und senken Sie sie auf das Band ab. **Der BAM funktioniert nicht, wenn die Transportrollen eingerastet sind und es gibt keine automatische Funktion, um die Rollen abzusenken!**
8. Drücken Sie die TENSION Taste im Menü TAPE. Der BAM-1020 spannt das Filterband auf die korrekte Spannung und gibt einen Alarm aus, wenn ein Fehler auftritt. Verlassen Sie das Menü.



1----NOZZLE IN "UP" POSITION
2----CLEAR SPOOL COVER WITH KNOB
3----EMPTY CORE TUBE
4----TAKE-UP SPOOL
5----PINCH ROLLERS
6----CAPSTAN SHAFT
7----LATCH
8----FILTER TAPE
9----SUPPLY SPOOL
10--SUPPLY TENSION ROLLER
11--RIGHT END ROLLER
12--SAMPLING/MEASURING AREA
13--LEFT END ROLLER
14--TAKE-UP TENSION ROLLER

Abbildung zum Einlegen des Filterbandes

3.5 Selbsttest

Der BAM-1020 hat eine eingebaute Selbsttest-Funktion, die automatisch die meisten Band- und Durchflusskontrollen durchführt. Der Selbsttest sollte nach jedem Wechsel des Filterbandes gestartet werden. Er kann auch ausgeführt werden, wenn der Benutzer ein Problem mit der Einheit vermutet. Weitere detaillierte Diagnose-Menüs sind ebenfalls vorhanden. Sie sind im Kapitel zur Fehlerbehebung beschrieben.
Der Selbsttest befindet sich im Menü TAPE. Drücken Sie die Soft-Taste SELF TEST, um den Test zu starten. Die Durchführung benötigt einige Minuten. Der BAM-1020 zeigt das Ergebnis jedes Schritts mit **OK** oder **FAIL** an. Wenn alle Schritte mit **OK** getestet sind, zeigt der Status SELF TEST PASSED an, siehe folgende Abbildung. Wenn ein Test nicht bestanden wurde, wird ERROR OCCURRED angezeigt.

```
02/08/1999          15:29:30
LATCH: OFF          TAPE BREAK: OK
CAPSTAN: OK         TAPE TENSION: OK
NOZZLE DN: OK       SHUTTLE: OK
NOZZLE UP: OK       REF EXTEND: OK
FLOW: OK            REF WITHDRAW: OK
Status:   SELF TEST PASSED
TENSION   SELF TEST               EXIT
```

Statusanzeige Selbsttest

LATCH: Wird OFF angezeigt, hat der Sensor festgestellt, dass die Andruckrollen abgesenkt sind und sich in der normalen Position befinden. Wenn ON angezeigt wird, sind die Andruckrollen eingerastet. Das Filterband kann nicht befördert werden, wenn die Rollen eingerastet sind!
CAPSTAN: Die Funktion der Transportwalze wird durch ein hin und her bewegen getestet. Gleichzeitig prüft der Fotosensor, ob sich das Filterband bewegt. Die Transportwalze bewegt das Filterband vor und zurück.
NOZZLE DN: Es wird getestet, ob das Schließen der Bestaubungskammer funktioniert. Der Fotosensor prüft, ob sich der Motor in der unteren Position befindet. Es kann vorkommen, dass das Stützkreuz in der oberen Position festklemmt, selbst wenn sich der Motor erfolgreich in der Position „geschlossen" befindet. Aus diesem Grund sind die einwandfreie Justage des Probenahmerohrs und die Wartung wichtig.
NOZZLE UP: Es wird getestet, das Öffnen der Bestaubungskammer funktioniert. Der Fotosensor prüft, ob sich der Motor in der korrekten Position befindet.
FLOW: Die Pumpe wird eingeschaltet und der Volumenstrom wird gemessen. Dieser Test dauert einige Minuten und schlägt fehl, wenn die Pumpe nicht angeschlossen ist.
TAPE BREAK: Die Motoren spannen und entspannen das Filterband. Das dadurch erzeugte Signal der Fotosensoren zur Überwachung der Filterspannung wird geprüft.
TAPE TENSION: Das Filterband wird gespannt und die Funktion der Überwachungssensoren getestet.
SHUTTLE: Das Filterband wird in die Sammel- und die Messposition gefahren. Die Funktion wird mit dem zugehörigen Fotosensor überprüft.
REF EXTEND: Die Filtermembran wird ausgefahren. Die einwandfreie Funktion wird mit einem Fotosensor geprüft.

REF WITHDRAW: Die Filtermembran wird eingefahren. Die einwandfreie Funktion wird mit einem Fotosensor geprüft.

3.6 SETUP Einstellungen für des erste Einschalten

Der BAM-1020 wird mit einer Reihe von vorprogrammierten Default-Werten für Messung und Kalibrierung ausgeliefert. Viele dieser Werte müssen nicht geändert werden, da die Default-Werte für eine Vielzahl von Anwendungen genau genug sind. Folgen Sie dem Setup-Menü in Kapitel 6, um zu entscheiden, welche Werte angepasst werden müssen. Kontrollieren Sie zum Schluss die folgenden Parameter:

1. Stellen Sie die Uhrzeit im Menü SETUP > CLOCK ein. Die Uhr des BAM-1020 kann pro Monat um einige Minuten abweichen. Kontrollieren Sie die Uhr mindestens einmal pro Monat, damit die Messungen zur richtigen Zeit durchgeführt werden.
2. Kontrollieren Sie die Einstellungen für BAM SAMPLE, COUNT TIME, MET SAMPLE, RANGE, und OFFSET im Menü SETUP > SAMPLE.
3. Kontrollieren Sie die Einstellungen für FLOW RATE, FLOW TYPE, CONC TYPE, und HEATER CONTROL im Menü SETUP > CALIBRATE.
4. Kontrollieren Sie die Skalierung und die externen Sensoren im Menü SETUP > SENSORS.
5. Kontrollieren Sie Einstellungen für die Heizung im Menü SETUP > HEATER.

3.7 Dichtheits- und Durchflusskontrolle

Führen Sei einen Lecktest und einen Durchflusstest wie im Kapitel 5 beschrieben durch. Machen Sie sich mit diesen Prozessen vertraut, da sie häufig durchgeführt werden.

3.8 Messzyklus starten

Wenn Sie die vorbereitenden Schritte aus Kapitel 3 durchgeführt haben, rufen Sie das Hauptmenü auf. Die Statuszeile solle „ON“ anzeigen (keine Fehler). In diesem Fall startet die Messung am Beginn der nächsten Stunde und wird solange wiederholt, bis ein Stopp-Befehl erfolgt.
Der Messzyklus wird beendet, wenn der Bediener den Betriebsmodus auf OFF setzt oder ein SETUP oder TEST Menü aufruft. Der BAM-1020 bricht auch ab, wenn ein nicht-korrigierbarer Fehler auftritt, wie z.B. ein gerissenes filterband oder fehlender Durchfluss.

3.9 Die Durchfluss-Statistik

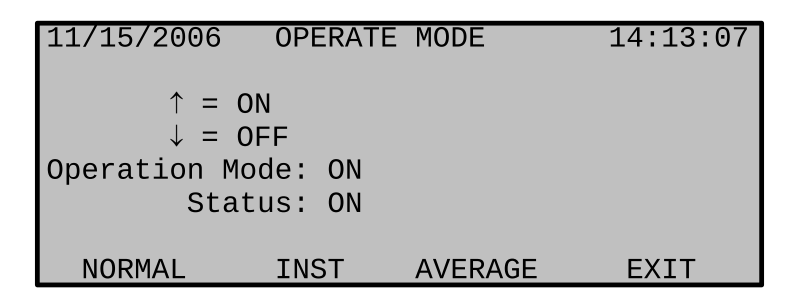
In der rechten unteren Ecke im Hauptmenü BAM-1020 befindet sich ein kleiner Pfeil. Wenn die Taste DOWN gedrückt wird, wird der unten abgebildete Bildschirm für die Durchflussstatistik (FLOW STATISTICS) angezeigt. Hier werden der Verlauf des Durchflusses, der Temperatur und der Drucks während des laufenden Messzyklus angezeigt, Mit der DOWN Taste können Sie die weiteren Parameter durchblättern. Die Anzeige dieses Bildschirms unterbricht nicht die Messung. Diese Funktion ist ab Firmware Version 3.2 verfügbar.

```
03/28/2007   FLOW STATISTICS    16:26:30
 SAMPLE START: 2007/03/28 16:08:30
      ELAPSED: 00:18:00
    FLOW RATE: 16.7 LPM
 AVERAGE FLOW: 16.7 LPM
      FLOW CV: 0.2%
↓      VOLUME: 0.834m3
                                 EXIT
    FLOW FLAG: OFF
           AT: 23.0
       MAX AT: 23.5
   AVERAGE AT: 23.0
       MIN AT: 22.5
           BP: 760
       MAX BP: 765
   AVERAGE BP: 760
       MIN BP: 755
```

Die Anzeige der Durchflussstatistik

3.10 Das Menü OPERATE

Drücken Sie die Soft-Taste OPERATE, um das Menü wie unten dargestellt zu öffnen. Eine laufende Messung wird nicht unterbrochen.



Das OPERATE Menü

Mit der DOWN-Taste wird der Betriebsmodus ein- oder ausgeschaltet. Das unterbricht den Messzyklus, schaltet den BAM aber nicht aus. **Hinweis: Wenn der Bediener den Betriebsmodus auf OFF setzt oder wenn das Gerät die Messung selbst auf Grund eines Fehlers unterbricht, wird der Modus am Beginn der Stunde wieder auf ON gesetzt und ein Versuch für einen neuen Messzyklus wird gestartet**. Die einzige Möglichkeit, den automatischen Start des Messzyklus zu verhindern, ist das Gerät auszuschalten, in einen TEST oder SETUP Menü zu belassen oder die Transportrollen in der oberen Position festzuklemmen.
Das OPERATE Menü hat drei Soft-Tasten, um den Betriebsstatus und die Messwerte des Sensors anzuzeigen: NORMAL, INST, und AVERAGE.

3.11 Anzeige NORMAL

Diese Anzeige ist die Standard-Betriebsanzeige, die die wichtigsten Parameter während eines Messzyklus anzeigt. Viele Benutzer lassen den BAM in dieser Ansicht stehen, wenn das Gerät arbeitet.

```
11/15/2006         Normal Mode       11:27:54
                            Flow(STD): 16.7 LPM
                         Flow(ACTUAL): 16.7 LPM
LAST C: 0.061 mg/m3            Press: 764 mmHg
LAST m: 0.806 mg/cm2              RH: 37 %
                              Heater: OFF
                             Delta-T: 4.2 C
STATUS: SAMPLING                        EXIT
```

Das Menü NORMAL

Der Wert LAST C zeigt die letzte gemessene Konzentration an. Der Wert wird am Ende des Messzyklus aktualisiert. Der Wert LAST m zeigt den letzten gemessenen Wert der Referenzmembran an. Der Wert sollte möglichst genau dem erwarteten Wert (**ABS**) entsprechen. Die anderen Werte sind Momentanwerte.

3.12 Das Momentanwert-Menü

Das Menü INST (Momentanwerte) zeigt die momentanen Messwerte während der Messung an. Diese Anzeige ist hilfreich, um die aktuellen Messwerte der optional angeschlossenen Sensoren anzuzeigen. Alle Werte außer **Conc** (Konzentration) und **Qtot** (Gesamtdurchfluss) sind Momentanwerte. Qtot zeigt den Gesamtdurchfluss während des letzten Messzyklus an.

```
11/15/2006  CAL DATA FLAG: OFF   11:27:54
          Eng Units            Eng Units
1 Conc    0.010 mg  2 Qtot     .834 m3
3 WS      0.000     4 WD       0.000
5 BP      0.000     6 RH       0.000
7 SR      0.000     8 AT       0.000

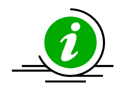
          TOGGLE FLG VOLT/ENG    EXIT
```

Das Momentanwert-Menü

Mit der Soft-Taste TOGGLE FGL in diesem Menü kann der Indikator CAL DATA FLAG auf ON oder OFF gesetzt werden. Dadurch wird der Messwert mit einem **M** gekennzeichnet, um anzuzeigen, dass während des Messzyklus eine Wartung durchgeführt wurde, z.B. das Durchführen eines Durchfluss-Tests. Dieser Befehl wird selten benutzt, da die meisten Wartungsarbeiten das Beenden der Messung erfordern. Die Soft-Taste VOLT / ENG schaltet die Anzeige zwischen Einheit und Spannung um, was hilfreich bei der Überprüfung der externen Sensoren ist.

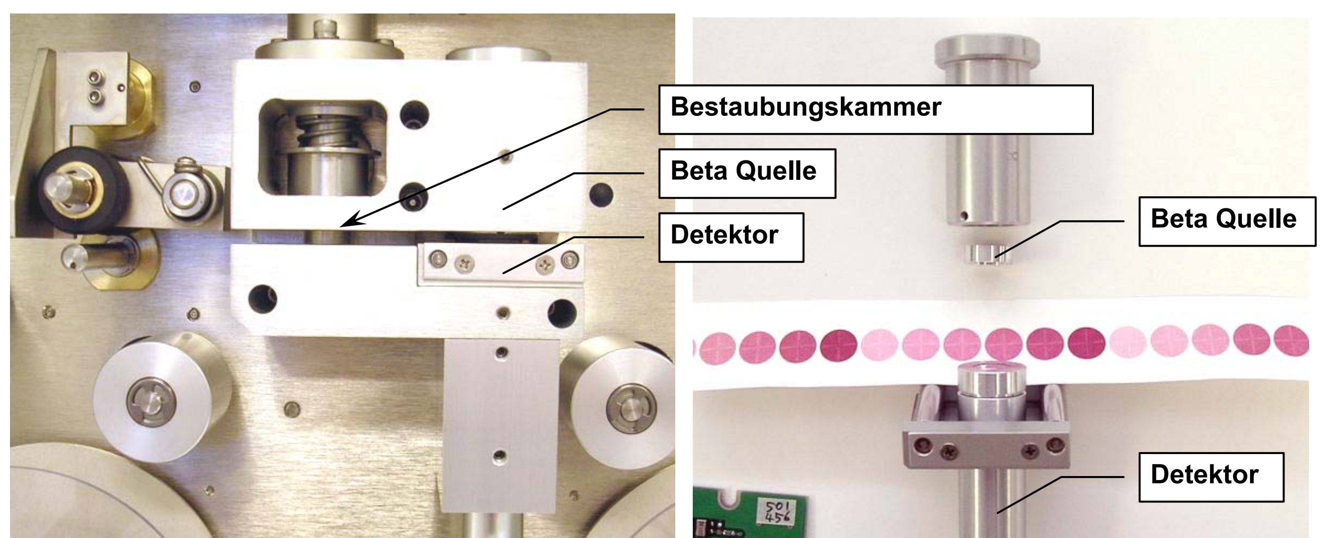
3.13 Die Mittelwert-Anzeige

Die Mittelwert-Anzeige ist ähnlich aufgebaut wie die Momentanwert-Anzeige. Allerdings zeigen Konzentration und Durchfluss die Mittelwerte der vorigen Stunde an und die sechs externen Datenkanäle zeigen die Mittelwerte gemessen über die mittlere Messzeit an. (Die Einstellungen werden mit den Parametern MET SAMPLE im Menü SETUP > SAMPLE gesetzt, normalerweise 60 Minuten.)



4 Der Messzyklus

Dieses Kapitel beschreibt die Messung und die Zeitabläufe des BAM-1020. Das Verständnis für die Messabläufe ist hilfreich für die effiziente Bedienung und Wartung des Gerätes. Weitergehende Informationen und die hinter der Messung stehende Theorie und Mathematik finden Sie im Kapitel „Theorie der Messung“, Kapitel 11.



BAM-1020 Probenahme- und Messstation

4.1 Der Ein-Stunden-Zyklus

Der BAM-1020 ist fast immer im Ein-Stunden-Messzyklus programmiert. Im Gerät integriert ist eine Echtzeit-Uhr, die den Messzyklus steuert. Aus dem folgen Zeitablaufschema ersehen Sie, dass das Gerät zwei Beta-Messungen über jeweils 8 Minuten durchführt und über 42 Minuten die Luft ansaugt, was in einer Messzeit von 58 Minuten führt. Die restlichen 2 Minuten stehen für die Bewegung des Filterbandes und der Öffnungsklappe zur Bestaubungskammer zur Verfügung.

Das Beispiel zeigt den Zeitablauf der Gerätes für ein Messintervall (COUNT TIME) von 8 Minuten (benötigt für die $PM_{2.5}$ Messung). Wenn das Messintervall auf 4 Minuten gesetzt wird, sind die Beta-Messungen am Beginn und am Ende der Stunde nur 4 Minuten lang. Dazwischen liegt ein Intervall von 50 Minuten, in dem die Luft angesaugt wird. Wieder ist der gesamte Zyklus 58 Minuten lang. **Hinweis**: Der Messzyklus ist leicht abgewandelt, wenn das Gerät im speziellen Early-Zyklus mit externer Synchronisierung betrieben wird, siehe Kapitel 8.

1. **Minute 00**: Der Beginn der Stunde. Der BAM-1020 transportiert das Filterband vorwärts zum nächten „Fenster“ (der nächsten frischen, unbenutzten Stelle auf dem Filterband). Das dauer einige Sekunden. Der frische Filterbereich wird zwischen Beta-Quelle und Detektor positioniert und der BAM beginnt mit der Auszählung der Beta-Teilchen, die durch das frische Filterband hindurchtreten, für genau 8 Minuten (I_0).
2. **Minute 08**: Der BAM-1020 stoppt die Zählung der Beta-Teilchen durch die frische Stelle des Filterbandes (I_0) und bewegt das Filterband um genau 4 Fenster weiter in die Position unter der Bestaubungskammer. Dies dauert einige Sekunden. Die Bestaubungskammer wird dann auf das filterband abgesenkt und die Vakuum-Pumpe

wird gestartet, um für 42 Minuten die mit Partikeln beladene Luft durch den Filter einzuziehen (an der Stelle, an der I_0 gemessen wurde). Der Durchsatz beträgt 16,7 Liter / Minute.

3. **Minute 50**: der BAM-1020 schaltet die Vakuum-Pumpe aus, öffnet die Bestaubungskammer und bewegt das Filterband 4 Fenster zurück. Das dauert einige Sekunden und positioniert den grade mit Partikeln beladenen Bereich des Filterbandes wieder zwischen Beta-Quelle und Detektor. Der BAM Beginnt mit der Zählung der Beta-Teilchen durch diesen (nun verschmutzten) Bereich des Filterbandes für genau 8 Minuten(I_3).
4. **Minute 58**: Der BAM-1020 stoppt die Zählung der Beta-Teilchen durch den verschmutzen Bereich (I_3). Das Gerät verwendet nun die Werte für I0 und I3 zur Berechnung der Masse der Partikel, die sich auf dem filterband abgelagert haben, und nutzt das Gesamtvolumen der Eingesaugten Luft, um die Konzentration der Partikel in Milligramm oder Mikrogramm pro Kubikmeter Luft zu bestimmen. Dann wartet der BAM die Zeit bis zum Ende der Stunde.
5. **Minute 60**: Der Beginn der nächsten Stunde. Der BAM-1020 schreibt die gerade gemessenen Werte in den Speicher und setzt den Analogwert für die Ausgabespannung auf den Wert der Konzentration, die in der vorhergehenden Stunde gemessen wurde. Das Gerät fährt den nächsten sauberen Filterbereich an und der Messzyklus startet neu.

4.2 Automatischer Bereichsabgleich während des Messzyklus

Während die Vakuum-Pumpe eingeschaltet ist und Luft durch den Filter zieht (siehe oben), hat das BAM keine Aufgaben. Daher führt es einen automatischen Kalibriertest (Span Check) durch und prüft, ob eine Drift durch wechselnde externe Parameter wie Temperatur, Luftdruck und relative Feuchte entstanden ist. Es werden keine Abgleiche vorgenommen. Dieser Test wird jede Stunde automatisch wie folgt durchgeführt:

1. **Minute 08**: (Nachdem der BAM-1020 das saubere Filterband unter der Bestaubungskammer positioniert und die Pumpe eingeschaltet hat). Es befindet sich ein weiterer sauberer Filterbereich zwischen Beta-Quelle und Detektor. Dieser Filterbereich bleibt dort stehen, solange die Pumpe läuft (normalerweise 42 Minuten), da das Filterband nicht bewegt werden kann, wenn die Bestaubungskammer geschlossen ist. Der BAM zählt nun die Beta-Teilchen für genau 8 Minuten (I_1).
2. **Minute 16**: Der BAM-1020 stoppt die Zählung der Beta-Teilchen für diesen Bereich (I_1) und schiebt die Referenzmembran zwischen Beta-Quelle und Detektor, direkt über den Filterbereich, der gerade gemessen wurde. Die Referenzmembran ist eine sehr dünne Mylar-Folie, die in einer Metallzunge gehalten wird. Die Membran hat normalerweise eine Masse von ca. 800 mg. Der BAM zählt die Beta-Teilchen wieder für genau 8 Minuten, dieses Mal durch die Membran und das Filterband (I_2).
3. **Minute 24**: Der BAM-1020 stoppt die Zählung der Beta-Teilchen durch den Bereich (I_2), entfernt die Referenzmembran und berechnet die Masse„**m**" der Membran, so als ob sich Partikel auf dem Filterband befunden hätten.
4. **Minute 42 (typisch)**: (8 Minuten bevor die Pumpe abgeschaltet wird.) Der BAM-1020 zählt die Beta-Teilchen nochmals durch dieselbe Stelle des Filterbandes (ohne Membran) für weitere 8 Minuten (bezeichnet als I_1 oder erste I_1). Damit wird überprüft,

ob das Gerät einen konstanten Ausgangswert mit einem sauberen Filterband liefert. Der Wert wird nicht weiter verwendet.

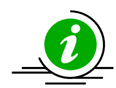
Die Massendichte „***m***“ (mg/cm²) der Referenzmembran, die während der Messung berechnet wurde, wird mit dem bekannten Wert der Masse der Membran, dem „***ABS***“-Wert, verglichen. Während der Werkskalibrierung wird die Masse jeder individuellen Folie bestimmt und als ***ABS*** in dem BAM gespeichert, in dem sie eingebaut wird. Jeder stündlich gemessene Wert von ***m*** muss mit dem ABS mit einer Genauigkeit von ±5% übereinstimmen. Bei Überschreitung der Toleranz zeichnet der BAM einen Fehler für diese Stunde auf. Normalerweise weicht der stündlich gemessene Wert von m nur um einige Mikrogramm vom erwarteten Wert ab. Dieser automatische Vergleich ermöglicht eine interne Diagnose des Maßsystems und die Überwachung der externen Parameter wie Temperatur- oder Druckschwankungen. Der ***ABS***-Wert ist für jeden BAM individuell unterschiedlich und steht auf dem Kalibrierschein.

4.3 Beschreibung der Probenahme

Die Probenahmezeit ist die Zeit, in der die Vakuum-Pumpe die staubbeladene Luft durch den BAM-1020 zieht. Wenn die Luft in den Einlass eintritt, wird sie zuerst durch einen externen PM10 Probenahmeeinlass geleitet, der Insekten und große Stücke abhält und eine Filter enthält, der Partikel mit einer Größe über 10 µm ausfiltert. Die Luft wird dann durch einen optionalen $PM_{2.5}$ Very Sharp Zyklon (BGI VSCC™) geleitet, der weiter Partikel größer als 2 µm ausfiltert.

Die Luft strömt dann durch den Geräte-Einlass und durch das Filterband, wo die verbleibenden Partikel gesammelt werden. Einige Partikel mit einer Größe unter 0,2 µm gelangen unter Umständen durch das Filterband und werden mit ausgeblasen. Nachdem die Probenahmezeit abgelaufen ist und der Filterbereich vermessen wurde, ist auf dem Filterband normalerweise ein deutlicher Fleck zu erkennen, auf dem sich die Partikel niedergeschlagen haben. Die Messfenster befinden sich sehr nah nebeneinander auf dem Filterband. Um Mitternacht wird ein Fenster auf dem Filterband übersprungen. Dies ist eine visuelle Hilfe, um die Messungen eines Tages auf dem Filterband zu erkennen.

5 Durchfluss und Durchfluss-Kalibrierung



5.1 Das Durchflussdiagramm

Das BAM-1020 Durchfluss-Kontrollsystem ist einfach und effektiv. Es besteht nur aus ein paar robusten Komponenten. Die einwandfreie Funktion des Durchflusses ist wichtig für die genaue Ermittlung der Konzentration. Die Hauptaspekte für die Wartung des Durchfluss-Systems sind **Lecktests**, **Durchflusstests** und **Reinigung der Bestaubungskammer**. Die Abläufe werden in diesem Kapitel beschrieben. Met One empfiehlt, den Lecktest und die Reinigung der Bestaubungskammer vor einer Durchfluss-Kalibrierung vorzunehmen, da Lecks den Durchfluss beeinflussen. Durchfluss-Kalibrierungen erfordern einen Referenz-Durchflussmesser und einen Referenz-Standard für die Umgebungstemperatur und den Luftdruck. NIST anerkannte Standards sind in vielen Anwendungen gefordert. Met One empfiehlt ein BGI DeltaCal® Gerät (Option BX-307). Es enthält Durchfluss-, Temperatur- und Drucknormale in einem Gerät.

Filter, Sensoren für Temperatur und rel. Feuchte

Luftdruck Sensor

Einlass

Durchfluss Sensor

Beta Block

Filter für größere Stücke

Automatische Durhfluss-Überwachung

Auslass

Manuelles Durchfluss-Ventil (nur ältere BAM)

Vakuum Anschluss zur Pumpe

BX-592 Temperatur Sensor

BAM-1020 Durchflusssystem

5.2 Durchflussmessungen

Der BAM-1020 ist für eine Durchflussrate von 16,7 Litern pro Minute (lpm) ausgelegt. Dies ist wichtig, das die Partikel Separatoren (PM110 Einlass, Zyklon und WINS Impaktor) diese Durchflussrate für die Separation von Partikeln der richtigen Größe aus dem Luftstrom benötigen. Alle diese Separatoren nutzen die Trägheit der Partikel wenn sie durch den Einlass strömen, um diejenigen oberhalb einer bestimmten Größe auszusortieren, so dass diese nicht im Gerät gemessen werden. Wenn die Durchflussrate um mehr als ±5% vom Sollwert von 16,7 lpm abweicht, können Partikel der falschen Größe passieren oder werden ausgesondert. Die Durchflussrate muss in regelmäßigen Abständen kalibriert werden, um die den Wert innerhalb der von der EPA spezifizierten Grenzen von **±5% (±0.83 lpm)** und **±4% (±0.67 lpm)** für die NIST anerkannten Standards zu halten.
Dieses Kapitel beschreibt die unterschiedlichen Arten der Durchflusskontrolle und Regulation des BAM-1020. Die Durchflussregelung kann in Abhängigkeit der Hardware und der gewünschten Protokollierung auf die drei Arten **Gemessen**, **Standard** oder **Volumetrisch** eingestellt werden. Alle BAM-1020 Geräte sind mit einem Massendurchfluss-Sensor und einem Drucksensor ausgestattet. Das Gerät verfügt außerdem entweder über ein manuelles Durchfluss-Ventil auf der Rückseite oder ein automatisches Regelventil im Gerät. Der BAM ist normalerweise optional mit einem Temperatursensor (BX592 oder BX596) ausgestattet. Jede Art der Durchflussregelung erfordert einen eigenen Ablauf für die Prüfung und Kalibrierung. Um die Art der Durchflussregelung zu kontrollieren oder zu ändern, rufen Sie das Menü SETUP > CALIBRATE auf und prüfen die Einstellung FLOW TYPE. Hinweis: Die Konzentrationsanzeige kann unabhängig von der Art des Durchflusses gesetzt werden, siehe Kapitel 6.3.

Durchflussregelung METERED (Gemessen):

Weder automatische Durchflussregelung noch Anpassung auf Grund der Umgebungsbedingungen

Der Modus Durchflussregelung „gemessen“, wird in BAM Geräten mit manuellen (handbetätigten) Regelventilen auf der Geräterückseite benutzt. Diese Geräte haben keine automatische Durchflussregelung, sodass das Gerät den Durchfluss nicht automatisch an Temperatur- oder Druckänderungen oder für die Filterbeladung anpassen kann. Das Gerät verfügt über einen Durchflusssensor. Die Messwerte dieses Sensors werden in den EPA Bedingungen gespeichert, d.h. der Volumenstrom wird mit den Annahmen für Temperatur (25 °C) und Druck (760 mmHg, eine Atmosphäre) berechnet, unabhängig von der aktuellen Temperatur, selbst wenn das Gerät mit einem Temperatursensor ausgestattet ist. Wegen der fehlenden Automatik muss der Durchfluss häufig kalibriert und überwacht werden, ein Prozess, der ein gewisses Maß an Mathematik erfordert und länger dauert als die Kalibrierung mit aktuellen Werten. Außerdem muss bei manuell geregelten Geräten die Flussrate etwas oberhalb des Sollwertes von 16,7 lpm eingestellt werden, um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass die Durchflussrate sinkt, wenn das Filterband mit Partikeln beladen wird. Hinweis: Wenn ein BAM mit automatischer Durchflussregelung in den Modus METERED eingestellt wird, wird die Durchflussrate entsprießen der EPA Vorgaben geregelt.

STD (EPA Standard) Durchflussregelung:

Automatische Durchflussregelung aber keine Anpassung auf Grund der Umgebungsbedingungen

Die Standard-Regelung (STD) wird häufig gewählt, wenn gemäß EPA Anforderungen gemessen wird oder wenn keine Sensoren für die Umgebungstemperatur vorhanden sind. Die Standard-Durchflussregelung kann an allen Geräten mit einem automatischen Regelventil an Stelle des manuellen Ventils (fast alle BAM-1020 haben ein automatisches Regelventil). Die Durchflussrate wird automatisch nach den EPA (Standard-) Bedingungen geregelt, d.h. dass das Luftvolumen (und damit die Durchflussrate) unter der Bedingung berechnet wird, dass die Umgebungstemperatur 25 °C und der Druck 760 mmHg (eine Atmosphäre) beträgt.

Hinweis: In niedriger Höhe und bei moderaten Temperaturen liegt der EPA-Standard-Durchfluss sehr nahe am tatsächlichen Volumenstrom. Allerdings ist in großer Höhe auf Grund des niedrigeren Luftdrucks die Abweichung zwischen Standard-Durchfluss und tatsächlichem Durchfluss signifikant. Nehmen Sie diesen Aspekt mit ins Kalkül, wenn Sie die Art der Durchflussregelung auswählen.

ACTUAL (Volumetrische) Durchflussregelung:

Sowohl automatische Durchflussregelung als auch Anpassung auf Grund der Umgebungsbedingungen

Die Durchflussregelung an Hand der tatsächlichen Bedingungen (ACTUAL), auch als volumetrische Durchflussregelung bezeichnet, ist die genaueste Methode zur Regelung des Durchflusses und ist für alle $PM_{2.5}$ Messungen erforderlich. Die volumetrische Durchflussregelung ist auch die einfachste und schnellste Art zur Kalibrierung und Überwachung. Das Gerät verwendet immer die tatsächlichen Werte für Temperatur und Luftdruck, um die gemessen Werte der Durchflussrate zu korrigieren und die Durchflussrate wird ständig und automatisch angepasst, um die Änderungen in den Umgebungsbedingungen und die Filterbeladung auszugleichen. Die Werte der Durchflussrate werden gespeichert und angezeigt. Um die volumetrische Durchflussregelung nutzen zu können, muss das Gerät mit der Option BX-596 oder BX-592 (Sensor für Umgebungstemperatur) auf Kanal sechs ausgestattet sein.

5.3 Ablauf des Lecktests

Der Lecktest sollte mindestens einmal monatlich und bei jedem Wechsel des Filterbandes durchgeführt werden. Fast alle Undichtigkeiten im BAM entstehen an der Bestaubungskammer dort wo sie das Filterband berührt. Der BAM-1020 hat keine Möglichkeit, ein Leck an dieser Stelle automatisch zu finden, da der Durchflussmesser hinter dem Filterband positioniert ist. Normalerweise entweicht an dieser Stelle nur ein kleiner Teil der Luft, aber ein größeres Leck führt dazu, dass eine unbekannte Menge Luft in das System über das Leck gelangt statt durch den Einlass. Das führt zu einer falschen Berechnung der Gesamtluftmenge (und damit der Konzentration). Wird das Leck nicht behoben, kann eine Reihe von Messdaten ungültig sein. Führen Sie folgende Schritte für den Lecktest durch:

1. Entfernen Sie alle PM10 und PM2.5 Einlässe vom Probenahmerohr. Installieren Sie ein BX-305 oder BX-302 Lecktest-Ventil (oder ein gleichwertige Ventil zur Überwachung von FRM-Probenehmern) auf dem Probenahmerohr. Schalten Sie das Ventil in die Stellung OFF, um zu verhindern, dass Luft in das Probenahmerohr gelangt.
2. Fahren Sie das Filterband im Menü TEST > TAPE auf eine unbenutzte Stelle.
3. Schalten Sie die Pumpe im Menü TEST > PUMP ein. Die Durchflussrate sollte unter 1 lpm fallen. Wenn der Leckstrom größer oder gleich 1.0 lpm beträgt, müssen die Bestaubungskammer und das Stützkreuz gereinigt werden oder es befindet sich ein anderes kleines Leck im System.
4. Schließen Sie das Leck und führen Sie den Test erneut durch. Ein einwandfrei arbeitender BAM mit einer sauberen Bestaubungskammer und Schließer hat in Abhängigkeit der Pumpe mit dieser Methode normalerweise eine Durchflussrate von 0,5 lpm oder kleiner.
5. Schalten Sie die Pumpe aus, entfernen Sie das Lecktestventil und reinstallieren Sie die Lufteinlässe.

Hinweis: Der Grund für eine akzeptable Durchflussrate von 1.0 lpm ist durch die Testbedingungen bestimmt. Mit geschlossenem Einlass ist das Vakuum im System sehr hoch, ca. 50 mmHg. Das ist sehr viel größer als im normalen Betrieb. Wenn die Durchflussrate in diesem Fall unter 1.0 lmp liegt, sollte im Normalbetrieb kein signifikantes Leck vorhanden sein.

Einige Behörden verlangen schärfere Toleranzen für den Lecktest, z.B. eine Durchflussrate im Lecktest von 0,5 lpm oder niedriger nachdem Bestaubungskammer und Stützkreuz gereinigt wurden. Die meisten Behörden führen die Lecktest vor dem Reinigen der Bestaubungskammer und des Stützkreuzes zur Validierung der Daten durch, da es oft notwendig ist, die Daten zu verwerfen bis zum letzten gültigen Lecktest zu verwerfen, wenn ein signifikantes Leck im BAM gefunden wird. Die typische empfohlene Grenze, um die Daten zu verwerfen, ist eine Durchflussrate von 1,5 lpm oder höher bei Lecktest ohne Reinigung der Bestaubungskammer und des Stützkreuzes. Auch hier verlangen einige Behörden schärfere Grenzen wie z.B. das Verwerfen der Daten bei einer Lecktest Durchflussrate größer als 1,0 lpm.

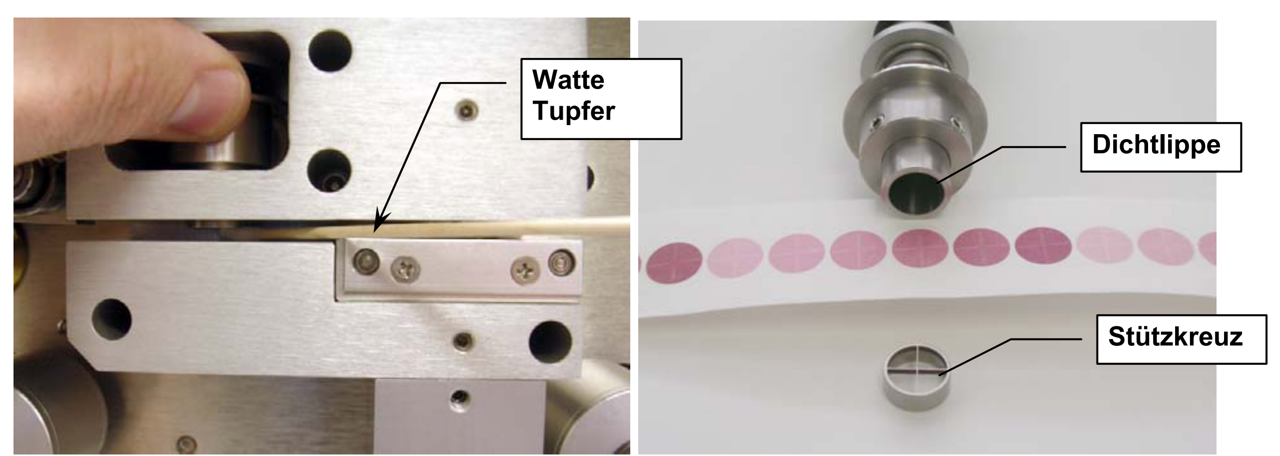
5.4 Lecksuche bei Abdichtung der Bestaubungskammer

Lecks können weiter mit einer weichen Gummimembran mit einem ¼" Loch in der Mitte, Artikel 7440. Das Filterband wird entfernt und die Gummidichtung wird eingesetzt. Das Loch wird dabei unter der Bestaubungskammer positioniert. Die Dichtung erlaubt die Ausführung des Lecktests wie beschrieben, aber ohne Luftdurchlass durch das Filterband. Mit dieser Methode sollte die Durchflussrate auf 0,2 lpm oder weniger fallen. Ein Leck kann noch weiter isoliert werden, wenn eine Dichtung ohne Loch verwendet wird. Das grenzt den Lecktest auf die Komponenten nach dem Filterband ein. Wenn die Bestaubungskammer und das Stützkreuz sauber sind aber das Leck noch immer auftritt, finden Sie in Kapitel 7.5 Anweisungen zur Fehlersuche bei Lecks in anderen Teilen des Durchflusssystems.

5.5 Reinigen der Bestaubungskammer und des Stützkreuzes

Die Bestaubungskammer und das Stützkreuz (unterhalb der Kammer) müssen regelmäßig gereinigt werden, um Lecks und Messfehler zu vermeiden. Die Reinigung muss mindestens bei jedem Wechsel des Filterbandes, eine monatliche Reinigung wird empfohlen. An einigen Messstellen muss die Reinigung öfter durchgeführt werden. Die ungünstigsten Bedingungen für die Bestaubungskammer sind eine warme und feuchte Umgebungen. Ein feuchtes Filterband klebt leichter an der Bestaubungskammer und dem Stützkreuz. Die Fasern stellen sich schnell auf und können Lecks verursachen oder sogar das Filterband perforieren. Dies führt zu Messfehlern. Führen Sie die folgenden Schritte zur Reinigung aus. Beachten Sie auch die Fotos unten.

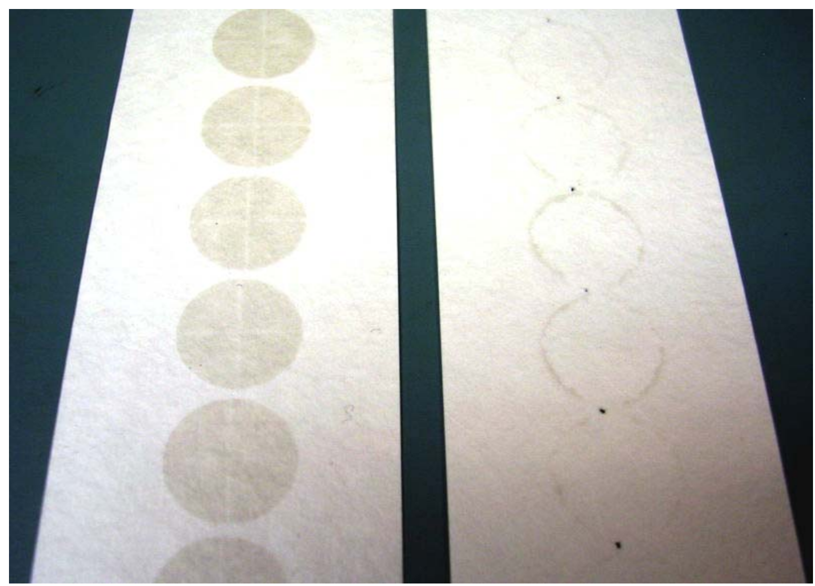
1. Heben Sie die Bestaubungskammer im Menü TEST > PUMP an. Entfernen Sie das Filterband (falls eingelegt) von der Bestaubungskammer. Es ist nicht notwendig, das Filterband komplett aus dem Gerät zu entfernen.
2. Prüfen Sie bei geöffneter Bestaubungskammer mit einer Taschenlampe das Stützkreuz für das Filterband.
3. Reinigen Sie das Stützkreuz mit einem Wattestäbchen und Isopropyl Alkohol. Festsitzende Verunreinigungen können vorsichtig z.B. mit einem Zahlstocher oder ähnlichem abgekratzt werden.
4. Schließen Sie die Bestaubungskammer im Menü TEST > PUMP. Heben Sie die Bestaubungskammer mit den Fingern an und legen Sie ein weiteres Stück mit Alkohol getränkten Tupfer zwischen Bestaubungskammer und Stützkreuz. Lassen Sie die Bestaubungskammer mit ihrem Federdruck auf dem Tupfer aufliegen.
5. Drehen Sie die Bestaubungskammer mit den Fingern und halten Sie den Tupfer dabei fest. Ein paar Umdrehungen reichen aus, um die Dichtungslippen zu reinigen.
6. Wiederholen Sie die Schritte, bis der Tupfer sauber bleibt.
7. Prüfen Sie die Dichtlippen und das Stützkreuz auf schadhafte Stellen, die Lecks verursachen oder das Filterband beschädigen können



Reinigung der Bestaubungskammer

Die Abbildung unten zeigt den Unterschied zwischen guten und schlechten Messfeldern auf dem Filterband. Das Filterband auf der linken Seite zeigt einen einwandfrei arbeitenden BAM mit einer sauberen Bestaubungskammer und Stützkreuz. Beachten Sie, dass die Partikel einen scharfen Rand haben, vollständig rund sind und gleichmäßig beladen sind.

Das Filterband auf der rechten Seite ist von einem BAM, der nicht vorschriftsmäßig gewartet wurde. Auf dem Stützkreuz haben sich Partikel angesammelt und haben ein Loch in den Rand eines jeden Messfeldes gedrückt. Durch diese Löcher können Beta-Teilchen ohne Abschwächung hindurch treten, was die Genauigkeit vermindert, selbst wenn kein Leck auftritt. Die Löcher zeigen außerdem einen Halo-Effekt durch den Eintritt von Luft an den Kanten, da sich Partikel in großem Maß angesammelt haben und die Bestaubungskammer nicht mehr richtig abdichtet. Solche Fehler können leicht vermieden werden, wenn die Bestaubungskammer und das Stützkreuz sauber gehalten werden.



BAM-1020 stündlich aufgenommene Proben

5.6 Feldkalibrierung des Durchflusses – Volumetrische Durchflussregelung

Die volumetrische Durchflussregelung ist einfach und schnell durchzuführen. Diese Art der Kalibrierung kann nur bei Geräten mit automatischen Regelventil und dem Umgebungstemeperatursensor BX-592 oder BX-596 an Kanal 6. Das Gerät muss dazu die Durchfluss-Art im Menü SETUP > CALIBRATE auf ACTUAL gesetzt werden, sonst wird das Durchfluss-Kalibrierfenster nicht angezeigt.

```
 MULTIPOINT FLOW CALIBRATION
             TARGET    BAM      STD
           AT:         23.8    23.8 C
           BP:          760     760 mmHg
 <CAL> FLOW 1: 15.0    15.0    15.0 LPM
       FLOW 2: 18.3    18.3    18.3 LPM
       FLOW 3: 16.7    16.7    16.7 LPM
   CAL      NEXT      DEFAULT    EXIT
```

Durchfluss Kalibrier-Fenster

1. Öffnen Sie das Menü TEST > FLOW. Die Bestaubungskammer senkt sich automatisch ab, wenn dieses Fenster geöffnet wird. In der Spalte „BAM“ werden die Messwerte für jeden Parameter angezeigt. In der Spalte „STD“ geben Sie die korrekten Werte aus dem Referenzstandard ein. Das <CAL> Symbol wird neben dem zur Kalibrierung ausgewählten Parameter angezeigt. Die Umgebungstemperatur (AT) und der Druck (BP) müssen zuerst kalibriert werden, das der BAM diese Werte zur Berechnung der Durchflussrate verwendet.
2. Messen Sie die Temperatur mit dem Referenzmessgerät in der Nähe der BX-592 oder BX-596 Sonde. Geben Sie den Wert der Referenzmessung im STD-Feld mit den Pfeiltasten ein. Drücken Sie die CAL Taste, um die Messung des BAM zu korrigieren. Der BAM und das Feld STD zeigen nun den gleichen Wert.
3. Drücken Sie die Taste NEXT, um den <CAL> Indikator auf das BP-Feld zu setzen, und wiederholen Sie die Schritte für den Druck.
4. Nachdem die Messwerte für Temperatur und Druck korrekt sind, entfernen Sie die PM_{10} und $PM_{2.5}$ Einlässe und installieren Sie den Durchflussmesser am Einlass. Drücken Sie die NEXT Taste, um den <CAL> Indikator auf den ersten Durchfluss-Wert von 15.0 lpm zu setzen. Die Pumpe springt automatisch an. Warten Sie, bis der BAM die Durchflussrate geregelt hat und der Messwert stabil ist. Geben Sie den Wert Ihres Referenz-Standards im Feld STD. Drücken Sie die <CAL> Taste, um den Wert der BAM-Messung zu korrigieren. **Hinweis**: Der BAM wechselt erst zu den STD-Werten, wenn alle drei Kalibrierpunkte eingegeben sind.
5. Drücken Sie die Taste NEXT, um den zweiten Kalibrierpunkt von 18,3 lpm einzustellen, und wiederholen Sie die Schritte.
6. Drücken Sie die Taste NEXT, um den dritten Kalibrierpunkt von 16,7 lpm einzustellen, und wiederholen Sie die Schritte. Geben Sie den Messwert ein und drücken Sie <CAL>.
7. **Wenn alle Kalibrierungen vorgenommen wurden, sollten die Messwerte des BAM mit den Vorgaben von 16,7 lpm ±0,1 lpm übereinstimmen. Verlassen Sie das Kalibriermenü.**

Mit der DEFAULT Taste kann der benutzerdefinierte Kalibrierwert auf den Wert der Werkseinstellung zurückgesetzt werden. Wenn ein Wert für den Durchfluss (FLOW) zurückgesetzt wird, werden alle drei Werte zurückgesetzt. Hiermit kann die Prozedur wiederholt werden, wenn bei der Kalibrierung Schwierigkeiten aufgetreten sind.

Durchfluss-Kalibrierung in Geräten mit älterer Firmware:
BAM-1020 Geräte mit einer Firmware älter als Version 3.0 haben ein etwas anderes TEST > FLOW Menü, siehe Abbildung unten. Diese Geräte werden in der gleichen Weise wie oben beschrieben kalibriert, außer dass der Durchfluss nur am Punkte 16,7 lpm eingestellt wird, nicht an mehreren Punkten wie in neueren Geräten. Die korrekten Werte Ihres Referenz-Standards müssen in der Spalte „REFERENCE“ eingegeben werden, dann muss die Taste „ADJUST/SAVE“ gedrückt werden, um die BAM-Messwerte zu korrigieren. Mit der Taste NEXT wird der nächste Parameter zur Kalibration ausgewählt. AT und BP müssen zuerst kalibriert werden, dann wird die Pumpe eingeschaltet.

```
      ACTUAL FLOW CALIBRATION MODE
F1= RESTORE DEFAULT
                      BAM      REFERENCE
AMBIENT TEMPERATURE:  23.8 C   23.4 C
BAROMETRIC PRESSURE:  741 mmHg 742 mmHg
VOLUMETRIC FLOWRATE:  16.7 lpm 16.9 lpm

ADJUST/SAVE   NEXT     PUMP ON    EXIT
```

Format des Kalibriermenüs in früheren Versionen

5.7 Feldkalibrierung des Durchflusses – EPA Standard

Die Kalibrierung an Geräten, die im Modus EPA STANDARD eingestellt sind, kann auf unterschiedliche Weise durchgeführt werden. Wenn das Gerät mit einem BX-592 oder BX-596 Temperatursensor ausgestattet ist, ist der einfachste Weg den Durchfluss zu kalibrieren, die Durchfluss-Art (FLOW TYPE) im Menü SETUP > CALIBRATE vorübergehend von STD auf ACTUAL zu setzten. Führen Sie dann eine Kalibrierung des Durchflusses wie oben beschrieben durch. Stellen Sie nach Beenden der Prozedur sicher, dass der Modus auf STD zurückgesetzt wird.
Wenn das Gerät keinen Temperatursensor hat, haben Sie keinen Zugriff auf das TEST > FLOW Menü. Gehen Sie dann wie folgt vor:

1. Schließen Sie das Referenz-Durchflussmesser an den Einlass des BAM an während die Pumpe läuft oder schalten Sie die Pumpe im Menü TEST > PUMP ein. Warten Sie, bis sich der Durchfluss stabilisiert hat.
2. Wenn Ihr Referenz-Durchflussmesser einen STANDARD- Wert anzeigt, kann dieser Wert direkt mit dem Messwert des BAM verglichen werden. Wenn Ihr Durchflussmesser nur den Volumenstrom anzeigt, rechnen Sie die volumetrische Durchflussrate auf die Standard-Durchflussrate $\mathbf{Q_s}$ mit der folgenden Formel um:

$$\mathbf{Q_s = Q_a * (P_a / T_a) * (298 / 760)}$$

T_a = Umgebungstemperatur (Kelvin) (Kelvin = Celsius + 273)
P_a = Umgebungsluftdruck (mmHg)
Q_a = volumetrischer Durchfluss des Referenz-Durchflussmessers

3. Vergleichen Sie den Referenz-Durchfluss (umgerechnet auf die Standard-Bedingungen) mit dem Messwert des BAM (ebenfalls in STD Bedingungen). Beide Werte sollten innerhalb von 1% (etwa 0,17 lpm) liegen. Ist das nicht der Fall, führen Sie eine vollständige Kalibrierung durch. Setzen Sie die Durchflussregelung von im Menü FLOW TYPE auf METERED und führen Sie eine Kalibrierung unter Nutzung von $\mathbf{C_v}$ und $\mathbf{Q_0}$ wie in Kapitel 5.8 beschrieben durch. Die Kapitel über das manuelle Regelventil treffen nicht zu. Setzen Sie den Typ der Durchflussregelung nach Abschluss auf STD zurück.

5.8 Feldkalibrierung des Durchflusses – Manuelle Durchflussregelung

Die Kalibrierung für die manuelle Durchflussregelung wird nur an Geräten durchgeführt, bei der die Durchflussregelung manuell über das Regelventil auf der Rückseite erfolgt (meistens ältere Geräte). Da diese Geräte nicht über eine automatische Durchflussregelung verfügen, ist die Kalibrier-Prozedur wesentlich aufwändiger. Der Durchfluss muss außerdem öfter kontrolliert werden, da die sich ändernden Umweltbedingungen nicht kompensiert werden können. Gehen Sie nach den folgen Schritten zur Kalibrierung vor. Eine vollständige Kalibrierung muss nur gelegentlich vorgenommen werden, aber der Durchfluss sollte häufig geprüft und angepasst werden. Der Prozess kann schneller abgearbeitet werden, wenn Sie ein Referenz-Durchflussmessgerät verwenden, das die Durchflussrate unter Standardbedingungen anzeigt.

1. Fahren Sie das Filterband auf einen unbenutzten Bereich.
2. Öffnen Sie das Menü SETUP > CALIBRATE. Setzen Sie den Koeffizienten $\mathbf{C_V}$ auf **1,000** und die Nullpunkts-Korrektur $\mathbf{Q_0}$ auf **0,000**.
3. Ziehen Sie die Verrohrung für die Pumpe auf der Rückseite des BAM ab und schalten Sie die Pumpe im Menü TEST > PUMP ein. Es wird keine Luft durch das BAM gezogen. Notieren Sie den angezeigten Durchfluss. Dieser Durchfluss ist der Null-Durchfluss $\mathbf{Z_f}$ des Gerätes.
4. Gehen Sie wieder in das Menü SETUP > CALIBRATE und geben Sie für $\mathbf{Q_0}$ den negativen Wert des Null-Durchflusses $\mathbf{Z_f}$ ein.
5. Schalten Sie die Pumpe im Menü TEST> PUMP wieder ein. Kontrollieren Sie, dass als Durchflussrate nun 0,0 LPM +/-0.1LPM angezeigt wird.
6. Schließen Sie die Verrohrung wieder an. Entfernen Sie die PM_{10} und $PM_{2.5}$ Einlässe und schließen Sie das Referenz-Durchflussmessgerät am Einlass an.
7. Notieren Sie die Temperatur Ihres Referenzsensors $\mathbf{T_a}$ (Kelvin) und den Referenzdruck $\mathbf{P_a}$ (mmHg) aus dem Menü OPERATE > NORMAL des BAM.
8. Schalten Sie im Menü TEST > PUMP die Pumpe ein und warten Sie 5 Minuten, bis sich die Durchflussrate stabilisiert hat. Notieren Sie dann die Durchflussrate $\mathbf{Q_a}$ Ihres Referenz-Messgerätes und den vom BAM angezeigten Messwert $\mathbf{Q_b}$.
9. Rechnen Sie die volumetrische Durchflussrate Qa Ihres Referenzgerätes in die Durchflussrate unter EPA Standardbedingungen mit der Formel um:

$$\mathbf{Q_s = Q_a * (P_a / T_a) * (298 / 760)}$$

T_a = Umgebungstemperatur (Kelvin) (Kelvin = Celsius + 273)
P_a = Umgebungsluftdruck (mmHg)
Q_a = volumetrischer Durchfluss des Referenz-Durchflussmessers

10. Berechnen Sie den Wert für $\mathbf{C_V}$:

$$C_v = Q_s / Q_b$$

11. Berechnen Sie den Wert für $\mathbf{Q_0}$:

$$Q_0 = -C_v * Z_f$$

12. Geben Sie im Menü SETUP > CALIBRATE die Werte für $\mathbf{C_v}$ und $\mathbf{Q_0}$ ein.
13. Schalten Sie die Pumpe im Menü TEST > PUMP erneut ein und kontrollieren Sie, dass die vom BAM gemessene Durchflussrate mit $\mathbf{Q_s}$ innerhalb von 1% übereinstimmt. Fall nicht, wiederholen Sie die komplette Prozedur.
14. Nachdem der Durchfluss kalibriert wurde, stellen Sie mit dem Regelknopf auf der Rückseite des BAM die Durchflussrate auf einen Wert von **17.3 lpm** ein. Dieser Wert liegt innerhalb der Toleranzen für den PM_{10} Partikel Separator und erlaubt die Beladung des Filters in hochbelasteten Bereichen. In weniger stark belasteten Bereichen kann die Durchflussrate auf 16,7 lpm eingestellt werden.
15. Verlassen Sie das TEST Menü.

Schnelle Prüfung der Durchflussrate bei manueller Durchflussregelung

Mit den folgenden Schritten kann der Durchfluss bei manueller Durchflussregelung während des Betriebes geprüft werden:

1. Schließen Sie Ihr Referenz-Durchflussmeter am Einlass des BAM an und warten Sie, bis sich die Durchflussrate stabilisiert hat.
2. Notieren Sie Umgebungstemperatur, Umgebungsdruck und die volumetrische Durchflussrate des Referenzgerätes.

T_a = Umgebungstemperatur (Kelvin) (Kelvin = Celsius + 273)
P_a = Umgebungsluftdruck (mmHg)
Q_a = volumetrischer Durchfluss des Referenz-Durchflussmessers

3. Rechnen Sie die volumetrische Durchflussrate in den Wert unter EPA Standardbedingungen um:

$$Q_s = Q_a * (P_a / T_a) * (298 / 760)$$

4. Vergleichen Sie den Wert des Referenzgerätes (umgerechnet auf Standardbedingungen) mit dem Wert des BAM (ebenfalls in STD Bedingungen). Beide Werte sollten innerhalb der Toleranz von 1% liegen. Falls nicht, führen Sie eine Kalibrierung der Durchflussrate durch.
5. Wenn die Werte der Referenzmessung und der Messung des BAM übereinstimmen, regeln Sie die Durchflussrate auf **17,3 lpm** ein.

Manuelle Kompensation für saisonale Wetteränderungen:

Diese Schritte können zur regelmäßigen Justierung der Durchflussrate bei manueller Durchflussregelung zur Anpassung auf durchschnittliche lokale Umgebungsbedingungen durchgeführt werden. Eine vollständige Kalibrierung sollte weiterhin in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden.

1. .Messen Sie die Umgebungstemperatur $\mathbf{T_a}$ (Kelvin) um etwa 16:00 Uhr. Das entspricht in etwa der Durchschnittstemperatur des Tages.

2. Schalten Sie die Pumpe aus und notieren Sie den Luftdruck $\mathbf{P_a}$ (mmHg), der im Menü OPERATE > NORMAL angezeigt wird.
3. Berechnen Sie den Volumenkorrekturwert mit der folgenden Formel:

$$\mathbf{V = (T_a / P_a)*62.4}$$

4. Teilen Sie V durch 24,47, um das Verhältnis der EPA Standard Durchflussrate zur gemessenen Durchflussrate zu bestimmen, und notieren Sie den Wert unter **CALNUM**.
5. Schalten Sie die Pumpe im Menü TEST > PUMP ein und warten Sie 5 Minuten, bis sich die Durchflussrate stabilisiert hat.
6. Stellen Sie mit dem Regelknopf auf der Rückseite die Durchflussrate auf **17,3 / CALNUM** ein. Verlassen Sie das TEST Menü.

Beispiel:

Temp = **300 Kelvin**
Druck = **710 mmHg**
V = (300/710) * 62.4 = **26.4**
CALNUM = 26.4/24.47 = **1.08**
Durchflussrate einstellen = 17.3/1.08 = **16.0 LPM**
Stellen Sie die Durchflussrate des BAM auf 16.0 LPM. ein

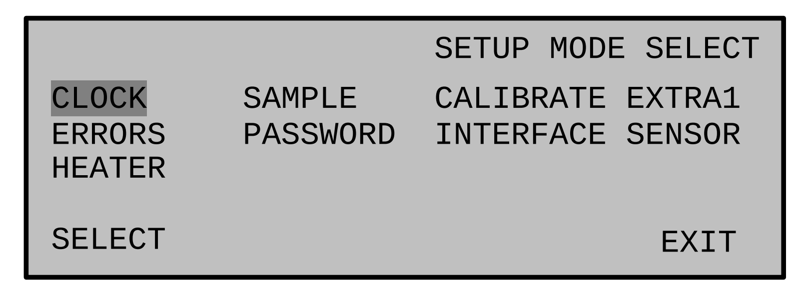
6 Das SETUP Menü

Der BAM-1020 hat eine Reihe von Systemeinstellungen in Setup-Menüs, die alle Einstellungen für benötigte Parameter enthalten, die für die Messung und den Betrieb des Gerätes benötigt werden. Einige dieser Einstellungen sind werkseitig auf Defaultwerte eingestellt, die für die meisten Anwendungen gültig sind, können aber durch den Bediener geändert werden, um das Gerät auf Ihre speziellen Anforderungen anzupassen. Dieses Kapitel beschreibt das SETUP Menü im Detail und sollte gelesen werden, wenn das Gerät in Betrieb genommen wird, um einen einwandfreien Betreib zu gewährleisten. Wenn die Parameter im Setup-Menü gesetzt sind, brauchen sie vor Ort in der Regel nicht mehr geändert zu werden. Die SETUP Einstellungen gehen nicht verloren, wenn das Gerät ausgeschaltet oder vom Netz genommen wird.

WARNUNG: Einige Einstellung in den SETUP Menüs sind gerätespezifische Kalibrierkonstanten, die bei einer Änderung die Genauigkeit und den Betreib beeinflussen.

WARNUNG: Der Aufruf des SETUP Menüs unterbricht den Messzyklus. Geräte mit älterer Firmware warnen Sie nicht vor dem Abbruch der Messung!

Drücken die die Soft-Taste SETUP, um das unten dargestellte SETUP Menü zu öffnen. Das Setup Menü zeigt eine Auswahl von Operationen an. Wählen Sie mit den Pfeiltasten das gewünschte Feld aus und drücken Sie die Soft-Taste SELECT.



Das SETUP Menu

Eine kurze Erklärung zu jedem Menü finden Sie in der folgenden Tabelle. Ausführliche Informationen finden Sie in den folgenden Unterkapiteln.

Menu	Einstellungen
CLOCK	Einstellungen für Datum und Uhrzeit
SAMPLE	Bereich, Offset, Zykluszeit, Messzeit, Einheit für die Konzentration, Mittelwertbildung, Geräteidentifizierung und RS232-Einstellungen
CALIBRATE	Werte der Werkskalibrierung, (C_v, Q_0, ABS, µsw, K, BKGD), Durchflussrate, Typ der Durchflussregelung, Heizungstyp
EXTRA1	Einstellungen für niedrige Konzentrationen, e1 – e4, selten benutzt
ERRORS	Auswahl Fehler, Grenzen für Durchflussraten, Grenzen für Druckabfall
PASSWORD	Änderung des Passworts
INTERFACE	Messzyklus Early/Standard, Schaltverhalten des Alarmrelais
SENSOR	Konfiguration der meteorologischen Sensoren, Kanäle 1-6
HEATER	Einstellung der Werte rel. Feuchte (RH) und Delta-T für die Heizung, nur sichtbar, wenn der Heizregler auf AUTO gesetzt ist.

6.1 Fenster Uhr (CLOCK)

Im Menü SETUP > CLOCK werden die Uhrzeit und das Datum eingestellt. Für die Zeit steht nur das 24-Stunden Format zur Verfügung. Wählen Sie mit den Pfeiltasten das Feld aus und erhöhen/vermindern Sie den Wert. Drücken Sie dann die Soft-Taste SAVE, um den Wert zu speichern. Die Uhr des BAM-1020 weicht pro Monat um etwa ein bis zwei Minuten ab. Met One empfiehlt, die Uhrzeit einmal pro Monat einzustellen, um eine korrekte Messzeit einzuhalten.

6.2 Fenster SAMPLE – Wichtige Informationen



Im Menü SETUP > SAMPLE werden die Einstellungen für die Messung und die Mittelungsintervalle vorgenommen. Ändern Sie diese Einstellungen mit Vorsicht. Das SAMPLE Menü ist unten abgebildet. Die Felder können mit den Pfeiltasten editiert werden und dann mit der Soft-Taste SAVE gespeichert werden.

```
                         SETUP SAMPLE
RS232 9600 8N1    BAM SAMPLE 042 MIN

STATION # 01      MET SAMPLE  60 MIN
RANGE   1.000 mg  OFFSET  -0.015 mg
CONC UNITS mg/m3  COUNT TIME   8 MIN
  SAVE                      EXIT
```

Das Fenster SAMPLE

RS-232: hier wird die Baudrate der RS-232 Schnittstelle gesetzt. Mögliche Werte sind 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, und 38400 Baud. Standard sind 9600 Baud. „8N1“ bedeutet 8 Datenbits, ohne Parity, 1 Stopp Bit. Diese Handshake Einstellungen können nicht geändert werden.

BAM SAMPLE: Dieser Wert setzt die Zeit, sie die Pumpe während eines Zyklus eingeschaltet ist, die tatsächliche Probenahmezeit (zur Beschreibung des Messzyklus siehe Kapitel 4.1). Die Probenahmezeit BAM SAMPLE muss in Relation zu Messzeit (COUNT TIME) stehen, da neue Versionen des BAM-1020 eine Messezeit von 4, 6 oder 8 Minuten zulassen. Wenn das Gerät für $PM_{2.5}$ Messungen eingesetzt wird, muss die Probenahmezeit auf (BAM SAMPLE) auf 42 Minuten mit 8 Minuten Messzeit (COUNT TIME) gesetzt werden. Für PM_{10} Messungen wird die Zeit fast immer auf 50 Minuten gesetzt.

Count Time	BAM Sample	Benutzt für
4 min	**50 min**	PM10 Monitoring
6 min	46 min	Nicht verwendet
8 min	**42 min**	PM2.5 Monitoring

Der BAM SAMPLE Wert kann von 0 – 200 Minuten für kundenspezifische Anforderungen gesetzt werden. Wenn die Zeit auf kleine Werte wie z.B. 15 Minuten eingestellt wird, führt das Gerät für 15 eine Probenahme durch und wartet dann bis zum Ende der Stunde bis zum Beginn des nächsten Zyklus. Das lässt keine Zeit für einen Membran-Bereichstest. Es ist nur ein Zyklus pro Stunde erlaubt, unabhängig von der Dauer. Wenn der Wert zu lang gesetzt wird, kann der Zyklus in die nächste Stunde hineinragen. Setzten Sie sich mit dem Service in Verbindung, wenn Sie andere als die in der Tabelle genannten Werte einstellen wollen.

STATION #: Dies ist die Identifikationsnummer der Station. Diese Nummer kann zwischen 00 und 99 gesetzt werden und wird in den Datenprotokollen mit ausgegeben. Wenn mehrere BAM in einem Netzwerk betrieben werden, sollte jedem Gerät eine andere Nummer zugewiesen werden. Der Standardwert ist 01.

MET SAMPLE: Diese Zeit setzt das Intervall in dem die Messdaten im Gerät gespeichert werden. Damit wird festgelegt, wie häufig die Daten gespeichert werden. Die möglichen Werte sind 1, 5, 15, 60 Minuten. Wenn z.B. ein externer Windmesser an den BAM angeschlossen ist, kann MET SAMPLE auf 1 Minute gesetzt werden. Dann speichert der BAM den Mittelwert der Windgeschwindigkeit jede Minute. Dieser Wert gilt für alle am Gerät angeschlossenen Sensoren. WARNUNG: Dieser Wert beeinflusst, wie schnell der Speicher erschöpft ist.

Es können maximal 4369 Datensätze aufgezeichnet werden. Bei der Einstellung von MET SAMPLE auf 60 Minuten (1 Datensatz pro Stunde) kann das Gerät 182 Tage Messungen aufzeichnen, bevor der Speicher gefüllt ist, während bei der Einstellung 1 Minute das bereits nach 3 Tagen der Fall ist. Wenn der Speicher voll ist, werden die ältesten Daten überschrieben. Met One empfiehlt, die Zeit auf dem Standardwert von 60 Minuten zu belassen, solange eine spezielle Anwendung nichts anderes erfordert. Die Staubkonzentration wird immer nur einmal pro Stunde gespeichert, unabhängig von den Einstellungen.

RANGE: setzt den Messbereich für die Konzentrationsmessung, die digitale Aufzeichnung und den Analogausgang eingeschlossen. Der Messbereich wird so gut wie niemals auf einen anderen als den Standardwert von 1.000 mg geändert. Das bedeutet, dass der BAM einen maximalen Messbereich von 1000 Mikrogramm über dem gesetzten Offset hat. Die Tabelle zeigt für einige Beispiele den Zusammenhang zwischen OFFSET und RANGE auf.

OFFSET Setting	**RANGE Setting**	Resultierender digitaler Messbereich	Resultierender Wert des Analogausgangs
-0.015 mg	1.000 mg	-0.015 bis 0.985 mg	0-1V = -0.015 bis 0.985 mg
-0.005 mg	1.000 mg	-0.005 bis 0.995 mg	0-1V = -0.005 bis 0.995 mg
0.000 mg	1.000 mg	0.000 bis 1.000 mg	0-1V = 0.000 bis 1.000 mg
0.000 mg	2.000 mg	0.000 bis 2.000 mg	0-1V = 0.000 bis 2.000 mg

In besonderen Fällen kann der Messbereich auf 0.100, 0.200, 0.250, 0.500, 2.000, 5.000, oder 10.000 mg gesetzt werden. Stellen Sie sicher, dass ein Gerät zur separaten Aufzeichnung der Messergebnisse in der Lage ist, den Analogwert aufzuzeichnen.
Hinweis: Die Änderung des Messbereiches beeinflusst bereits gespeicherte Daten. Laden Sie alte Daten herunter, bevor Sie die Einstellungen ändern. Löschen Sie dann den Speicher. Firmware ab Version 3.2.4 oder höher fordert Sie zum Löschen des Speichers auf, bevor Sie die Einstellungen ändern können.

OFFSET: Die ‘OFFSET” Funktion wird benutzt, um den unteren Wert des Messbereiches festzulegen und sollte genauer als Bereichs-Offset bezeichnet werden. Der neue werkseitig eingestellte Offset beträgt nun -0.015 mg. Das verschiebt den gesamten Messbereich des BAM etwas nach unten, so dass Werte zwischen -0.015 bis 0.985 mg statt von 0 bis 1.000 mg gemessen werden können (mit der Annahme, dass RANGE auf 1.000 mg gesetzt ist). Das erlaubt es dem Gerät, leicht negative Konzentrationen in der Nähe von Null zu messen, was es einfacher macht, zwischen normalem Rauschen und einem Fehler wie einem beschädigten Filterband zu unterscheiden.
Der früher benutzte Standardwert war -0.005 mg und kann immer noch eingestellt werden, wenn die Aufzeichnung kompatibel zu älteren Aufzeichnungen sein soll. Um Irritationen zu vermeiden, setzen einige BAM Nutzer den OFFSET auf 0.000. Damit verzichtet man auf die Möglichkeit, das Rauschen am Nullpunkt zu erkennen.

Dieser Wert beeinflusst ebenfalls den analogen Ausgang, so dass 0 bis 1.000 V nun -0.015 bis 0.985 mg entsprechen statt 0.000 bis 1.000 mg. Der Grund liegt darin, dass der Spannungswert nicht negativ werden kann. Beachten Sie diese Skalierung, wenn ein externes Gerät den Analogausgang des BAM aufzeichnet. Setzen Sie sich mit dem Service

in Verbindung, wenn Sie den OFFSET auf einen anderen Wert als -0.000, -0.005, oder -0.015 m setzen wollen.
Hinweis: Der OFFSET wird oft missverstanden und darf nicht mit dem BKGD (der Faktor für die Nullpunktkorrektur) oder mit „e1“ (dem unteren Anzeigelimit) verwechselt werden. Machen Sie sich mit den Einstellungen aller drei Parametern vertraut.
Hinweis: Die Änderung des Offsets beeinflusst bereits gespeicherte Daten. Laden Sie alte Daten herunter, bevor Sie die Einstellungen ändern. Löschen Sie dann den Speicher. Firmware ab Version 3.2.4 oder höher fordert Sie zum Löschen des Speichers auf, bevor Sie die Einstellungen ändern können.

CONC UNITS: Hier werden die Einheiten für die Konzentration gesetzt, die angezeigt und gespeichert werden. Möglich sind ug/m3 (Mikrogramm) oder mg/m3 (Milligramm) pro Kubikmeter. Diese Option ist neu im BAM-1020. Ältere Versionen können nur mg/m3 anzeigen. Hinweis: 1 mg = 1000 µg.

COUNT TIME: Dies ist die Messzeit, die das Gerät benötigt, um I_0 und I_3 zu bestimmen. Frühere Versionen waren immer auf 4 Minuten eingestellt. Die neuen Geräte erlauben Einstellungen von 4, 6 oder 8 Minuten. Für $PM_{2.5}$ Messungen muss der Wert auf 8 Minuten eingestellt sein. Dies erhöht die Empfindlichkeit des Gerätes im Bereich niedriger Konzentrationen. Bei einer Erhöhung der Messzeit (COUNT TIME) muss die Probenahmezeit (SAMPLE TIME) entsprechend verkürzt werden. Für eine Messzeit von 4 Minuten kann die Probenahmezeit auf 50 Minuten gesetzt werden, bei einer Messzeit von 8 Minuten stehen nur 42 Minuten Probenahmezeit zur Verfügung. Das Gerät fordert Sie auf, die Probenahmezeit anzupassen, wenn die Messzeit auf einen inkompatiblen Wert geändert wird.

6.3 Das Kalibrierfenster - CALIBRATE - Wichtige Information



Das SETUP > CALIBRATE Menü enthält die meisten werkseitigen Kalibrierparameter. Diese Werte sind gerätespezifisch und sind auch auf dem Kalibrierschein zu finden, falls die Einstellungen unbeabsichtigt geändert wurden. Die meisten dieser Einstellungen werden ohne eine besondere Information von Met One nicht geändert ohne eine besondere Information von Met One. Es ist gute Praxis, die Einstellungen regelmäßig zu kontrollieren, um sicherzustellen, dass sie sich nicht geändert haben. Das Kalibriermenü ist unten abgebildet.

```
CALIBRATE SETUP
                    FLOW RATE:  16.7
CONC TYPE: ACTUAL   FLOW TYPE: ACTUAL
       Cv:  1.047          Qo:  0.000
      ABS:  0.822         µsw:  0.306
        K:  1.005        BKGD: -0.0030
 STD TEMP: 25C         HEATER: AUTO
  SAVE                         EXIT
```

Das SETUP > CALIBRATE Fenster

FLOW RATE: setzt die Durchflussrate für das Probenahmeintervall des BAM-1020. Der BAM regelt den Durchfluss automatisch auf diesen Wert (außer bei manueller

Durchflussregelung). Die Durchflussrate ist normalerweise auf 16,7 lpm eingestellt, da dieser Wert für das $PM_{2.5}$ und PM_{10} Monitoring benötigt wird. Der Nutzer kann diesen Wert vorübergehend ändern, um die Pumpe und den Durchflussregler bei niedrigen Durchflussraten zu testen. Der Einstellbereich liegt zwischen 10 bis 20 lpm.

CONC TYPE: setzt die Art, wie die Konzentration angezeigt wird. Wenn der Parameter auf ACTUAL gesetzt ist, wird die Konzentration auf der Basis des Luftvolumens bei Umgebungsbedingung berechnet, dazu ist ein Temperatursensor BX-592 oder BX-596 notwendig. Wenn STD gesetzt ist, wird die Konzentration unter der Annahme der Standardbedingungen für Temperatur und Druck (üblicherweise 25 °C und 760 mmHG) berechnet, selbst wenn ein Temperatursensor angeschlossen ist. Die Einstellung wird in Übereinstimmung mit dem Parameter FLOW TYPE gesetzt und muss auf ACTUAL für $PM_{2.5}$ Messungen gesetzt sein.

FLOW TYPE: Mit dieser Einstellung wird die Art der Durchflussregelung festgelegt. Drei Möglichkeiten stehen zur Verfügung: METERED, STD und ACTUAL

- METERED: Normalerweise benutzt für BAM Geräte mit manuellem Regeventil. Der Durchfluss wird unter EPA Standardbedingungen angezeigt.
- STD: EPA Standard Durchfluss. Der Durchfluss wird geregelt und angezeigt unter der Annahme der EPA Standardbedingungen. Benutzt wenn behördlich gefordert.
- ACTUAL Der tatsächliche Volumenstrom unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen wird geregelt und angezeigt. Dies wird für $PM_{2.5}$ Messungen gefordert und wird von Met One empfohlen wann immer möglich. Ein BX-596 oder BX-592 Sensor ist erforderlich.

Es ist wichtig, diesen Parameter zu verstehen. Auf Meereshöhe und bei moderaten Temperaturen ist der Unterschied zwischen den Einstellungen minimal, aber in großer Höhe oder bei schwankenden Temperaturen kann die Durchflussrate durch diese Einstellung stark beeinflusst werden. Hinweis: Kapitel 5.2 enthält eine ausführliche Beschreibung jeder Art der Durchflussregelung und sollte gelesen werden, um die einwandfreie Funktion des Gerätes sicherzustellen.

Cv: Dies ist ein werkseitig gesetzter Wert für den internen Durchfluss-Sensor. Der Wert für Cv wird vom Nutzer nur geändert, wenn der Durchfluss bei manueller (METERED) oder STD Regelung kalibriert wird. Bei automatischer Durchflussregelung (ACTUAL) wird dieser Wert so gut wie nie geändert.

Qo: Dies ist der werkseitig gesetzte Korrekturwert für den Null-Durchfluss des internen Durchfluss-Sensors. Der Wert für **Qo** wird vom Nutzer nur geändert, wenn der Durchfluss bei manueller (METERED) oder STD Regelung kalibriert wird. Bei automatischer Durchflussregelung (ACTUAL) wird dieser Wert so gut wie nie geändert.

ABS: Der ABS Wert ist der werkseitig gesetzte Wert für die Masse der Referenzmembran, die für die automatische Bereichskontrolle verwendet wird. Dieser Wert wird einmal pro Stunde mit dem gemessenen Wert verglichen (siehe Kapitel 4.2). Der Wert ist für jedes Gerät unterschiedlich, liegt aber typischerweise immer um 0,800 mg. **Der ABS Wert darf nicht geändert werden, es sei denn die Membran wurde wegen einer Beschädigung ausgetauscht.**

µsw: Dieser Parameter wird als Mu-Switch bezeichnet und ist der werkseitig gesetzte Massenabsorptionskoeffizient, der in den Berechnungen des BAM-1020 benutzt wird. Typische Werte liegen zwischen 0,285 und 0,310. **Warnung: Dieser Gerätespezifische Wert beeinflusst die Genauigkeit des Gerätes erheblich. Ändern Sie diesen Wert niemals ohne genau Anweisungen von Met One.**

K: Der K-Faktor ist die werkseitig gesetzte Korrekturfaktor des BAM-1020 für die Konzentration. Der K-Faktor wird dynamisch bei einem Test des BAM-1020 in der werkseigenen Rauchkammer ermittelt. Er liegt immer zwischen 0,9 und 1,1. Alle gespeicherten Daten werden mit diesem Faktor korrigiert. **Warnung: Dieser Gerätespezifische Wert beeinflusst die Genauigkeit des Gerätes erheblich. Ändern Sie diesen Wert niemals ohne genau Anweisungen von Met One.**

BKGD: Der BACKGROUND Wert ist der werkseitig gesetzt Nullpunkt-Korrekturfaktor für die Konzentration. Dieser wird ermittelt, in dem das Gerät mindesten 75 Stunden mit einem 0.2 µ Filter am Einlass betrieben wird. Die Konzentrationen werden über diese Zeit gemittelt. Der BKGD ist der negative Wert dieses Durchschnitts. Alle gespeicherten Daten werden mit diesem Wert korrigiert. Der BKGD Wert liegt typischerweise zwischen 0,000 und -0,005 mg/m³. Met One bietet eine Nullluft-Kalibriereinheit (BX-302) an, mit der dieser Wert kontrolliert werden kann, die mit einer eigenen Bedienungsanleitung geliefert wird. **Warnung: Dieser Gerätespezifische Wert beeinflusst die Genauigkeit des Gerätes erheblich.** Hinweis: Der BKGD Wert darf nicht mit dem OFFSET (Bereichsoffset) verwechselt werden, der im Menü SETUP > SAMPLE gesetzt wird, siehe Kapitel 6.2.

STD TEMP: Dies ist der Wert der Standard-Temperatur, die für die Berechnung der Durchflussrate unter Standardbedingungen benutzt wird. In den USA ist der Wert der Standard-Temperatur 25 °C gemäß den Vorgaben der USEPA. Einige andere Länder geben eine Standard-Temperatur von 0 °C oder 20 °C vor. Dieser Parameter ist bei Geräten mit einer Firmware bis Version 3.0 nicht verfügbar.

HEATER: Dieser Parameter legt den Modus für die Smart Heizung fest. Wenn der Wert auf AUTO gesetzt ist, verwendet der Regler die Messwerte der RH des Filterbandes und der Temperatursensoren, um die Heizung am Einlass zu regeln. Bei der Einstellung MANUAL schaltet der Regler die Heizung für den gesamten Messzyklus ein unabhängig vom Zustand des Filterbandes. Die Setup-Parameter für die Heizung werden im Menü SETUP > HEATER. Dieses Menü wird erst angezeigt, wenn der Parameter HEATER auf AUTO gesetzt ist. Der Nutzer kann diesen Wert wie benötigt einstellen. Met One empfiehlt die Einstellung AUTO. Diese Einstellung ist für $PM_{2.5}$ Messungen erforderlich.

6.4 EXTRA1 Bildschirm

Die Einstellungen im EXTRA1 Bildschirm sind für ganz spezielle Anwendungen installiert worden und müssen in der Regel nicht verändert werden.

e1 Grenze für niedrige Konzentration. Die niedrigste Konzentration, die der BAM-1020 im Display anzeigen soll, unabhängig davon, wie der Messwert lautet. Messungen unterhalb dieses Grenzwertes werden mit dieser Konzentration angezeigt. Der Wert

kann von -0.015 mg bis +0.010 mg eingestellt werden, der Default Wert ist -0.015 mg. Hinweis: Dieser Wert darf nicht mit dem Wert OFFSET, der die untere Grenze des Messbereiches festlegt, oder dem Wert BKGD, der die Nullpunktkorrektur festlegt, verwechselt werden.

e2 Nicht benutzt

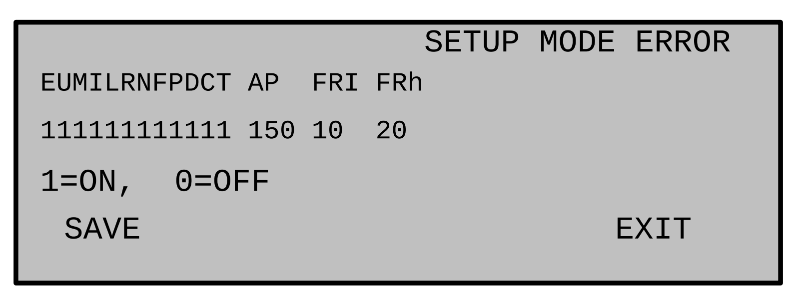
e3 Hysterese Zeit für Referenzmembran im Bereich von 0.000 bis 5.000 Sekunden. Ändern Sie diesen Wert nicht ohne Anweisung von Met One.

e4 Testzeit für Referenz-Membran-Bewegung im Bereich von 10.00 bis 20.00 Sekunden. Zeit, die für eine Bewegung der Membran erlaubt wird, bevor ein Fehler generiert wird. Ändern Sie diesen Wert nicht ohne Anweisung von Met One.

6.5 Fenster Fehler - ERRORS



Diesem Menü erlaubt die Einstellung des Gerätes hinsichtlich Ausgabe von Fehlern mit Hilfe des analogen Ausgangssignals. Diese Art der Fehlersignalisierung wird benutzt, wenn nur ein Kanal für Informationen zur Verfügung steht, wenn der BAM an bestimmte Datenerfassungsgeräte angeschlossen ist. In diesem Fall setzt der BAM das Ausgangssignal auf den Maximalwert (normalerweise 1.000 V), wenn ein Fehler auftritt. Am Beginn der nächsten Stunde wird der Fehler zurückgesetzt und das Ausgangssignal arbeitet normal bis der nächste Fehler auftritt. Der Nutzer bestimmt, welche Fehler auf diese Weise signalisiert werden sollen, indem jeder Fehler aus der Liste unten im Fehler-Menü aktiviert oder inaktiviert (1=ON, 0=OFF) wird.
Unabhängig davon, ob ein Fehler auf diese Weise signalisiert wird, wird ein im BAM gespeichert und kann am Display oder mit dem Herunterladen der Daten über die serielle Schnittstelle angezeigt werden. Einige dieser Fehler wie P, R, N und E können über den Analogausgang gemeldet werden, obwohl die Messdaten dieser Stunde nicht fehlerhaft sind. In diesem Fall können die Konzentrationsdaten noch immer heruntergeladen werden. Einige (aber nicht alle) Fehler wie M und L setzen die zu speichernde Konzentration ebenfalls auf den oberen Grenzwert, normalerweise 0,985 mg.
Diese Methode wird benutzt, da es sehr selten vorkommt, dass eine tatsächliche Konzentration genau dem oberen Grenzwert entspricht. Konzentrationen bei oder um Null kommen häufiger vor, so dass eine Konzentration von 0,000 bei einem Alarm fälschlicherweise als gültiger Messwert interpretiert werden könnte.



Das ERRORS Fenster

E EXTERNAL RESET: Dieser Fehler zeigt an, dass die Systemuhr nicht durch einen externen Trigger zurückgesetzt werden konnte. Wenn der externe Reset

erfolgreich war, wird kein Fehler angezeigt (siehe Kapitel 8.2). Auch als **INTERFACE RESET** bezeichnet.

U **Fernbedienungsfehler:** Diese Fehler zeigt an, dass ein externes Gerät zur Fernbedienung des BAM einen Fehler gemeldet hat (auf dem TELEM FAULT Eingang). Überprüfen Sie das externe Gerät.

M **WARTUNG (MAINTENANCE):** Dies ist ein benutzerdefiniertes Flag, das anzeigt, dass innerhalb der markierten Stunde eine Kalibrierung oder eine Testroutine durchgeführt wurde. Der Fehler „M“ kann auch im Menü SETUP > INTERFACE aktiviert werden, wenn FORCE MAINT auf ON gesetzt wird, oder im Menü OPERATE > INST, wenn die Taste TOGGLE FLG gedrückt wird. Ein Fehler des Typs M setzt den digitalen Messwert für die Konzentration in diese Stunde auf Vollausschlag

I **INTERNAL CPU:** Signalisiert einen Fehler bei der Berechnung der Konzentration durch den internen Prozessor. Setzen Sie sich mit dem Service in Verbindung, wenn dieser Fehler öfter auftritt.

L **Spannungsausfall:** Zeigt an, dass die Spannungsversorgung auch kurzzeitig unterbrochen war. Häufige L-Fehler treten bei einer instabilen Spannungsversorgung auf. In einigen Fällen kann dieser Fehler durch elektromagnetische Interferenzen auftreten (z.B. in der Nähe großer Radioantennen oder Motoren), die einen internen Reset des BAM auslösen. Es stehen außerdem eine Vielzahl von Spannungsversorgungen für ältere BAMs zur Verfügung, die häufig solche Fehler produzieren. Wenn das Gerät trotz einer UPS häufig L Fehler meldet, wenden Sie sich an Met One. Dieser Fehler setzt die digitalen Messwerte ebenfalls auf den Maximalwert.

R **REFERENZ MEMBRAN:** Diese Fehler zeigt an, dass die Referenz-Membran nicht ordnungsgemäß ein- und ausgefahren werden kann. Dieser Fehler wird generiert, wenn die Fotosensoren S2 und S3 ihren Zustand nicht ändern, obwohl der Steuerbefehl an den Membran-Motor anliegt und ein Timeout der Membranbewegung nach 15 s erfolgt.

N **Bestaubungskammer Timeout (oder Delta-T überschritten):** Dieser Fehler zeigt an, dass der Motor der Bestaubungskammer nicht arbeite. Der Fehler wird durch die Fotosensoren S4 und S5 ausgelöst, wenn sie ihren Zustand nicht ändern, obwohl der Steuerbefehl an den Membran-Motor anliegt und sich der Motor innerhalb von 12 s nicht bewegt. **Hinweis**: Der Motor der Bestaubungskammer hebt die Kammer an, die Kammer wird aber nur von einer Feder herunter gedrückt. Es ist also möglich, dass die Kammer im angehobenen Zustand verklemmt, ohne dass ein Fehler gemeldet wird. Eine gute Wartung und Justage des Einlasses verhindern dies.

Der Fehler N wird auch benutzt, um ein Überschreitung des Delta-T Wertes anzuzeigen. Dieser Fehler wird generiert, wenn die Temperatur der eingezogenen Luft (gemessen unterhalb des Filterbandes) um mindestens ein Grad über dem gesetzten Wert wärmer ist als die Umgebungsluft. Dies wird durch die normale Erwärmung der Luft durch die Heizung erreicht. In diesem Fall werden die Daten lediglich mit dem Fehlerstaus markiert. Häufige Fehler zeigen an, dass der Wert für Delta-T zu klein

gewählt wurde. In den meisten Anwendungen ist die Delta-T Überwachung vollständig inaktiviert, siehe auch Anweisungen zur Einstellung der Heizungsparameter in diesem Handbuch.

F **Durchfluss-Fehler (FLOW ERROR):** Dieser Fehler tritt auf, wenn die Durchflussrate innerhalb des Probenahmeintervalls außerhalb der Grenzen **FRI** (untere Grenze) und **FRH** (obere Grenze) liegt. Der Fehler tritt ebenfalls auf, wenn die Durchflussrate während des Messzyklus um mehr als 5% für mehr als 5 Minuten außerhalb des Regelbereiches liegt. Im letzteren Fall wird die Messung abgebrochen. Kurzzeitige Änderungen der Durchflussrate lösen den Fehler nicht aus. Dieser Fehler tritt häufiger auf, wenn die Vakuumpumpe Verschleißerscheinungen zeigt, wenn der Abluftschalldämpfer verstopft ist oder durch einen Fehler im Durchfluss-Sensors, im Durchfluss-Regler oder der Verrohrung.
Der Fehler F wird auch gemeldet, wenn der Umgebungstemperatur- oder Drucksensor defekt oder nicht richtig angeschlossen ist (nur wenn die Durchflussregelung auf AUTO gesetzt ist oder die Konzentration aufgezeichnet werden soll). Dies trifft zu auf die Auto-ID Sensoren BX-592 und BX-596, den internen Filterdruck-Sensor und den CARB Temperatursensor. Der Sensor wird als defekt angenommen, wenn der 1-Minuten-Mittelwert am oder über der oberen bzw. unter der unteren Messbereichsgrenze des jeweiligen Sensors liegt.

P **DRUCKABFALL ZU GROSS (PRESSURE DROP EXCESSIVE):** Dieser Fehler tritt auf, wenn der Druckabfall am Filterband den in **AP** gesetzten Wert überschreitet. Das tritt fast immer durch hohe Konzentrationen auf oder wenn bestimme Arten von Partikeln das Filterband verstopfen. Wenn dieser Fehler auftritt, schaltet der BAM die Pumpe aus, um einer Überhitzung vorzubeugen, schließ die Messung frühzeitig ab und wartet dann bis zum Beginn der nächsten Stunde. Um die Beladung des Filterbandes mit Partikel zu erhöhen, bevor dieser Fehler auftritt, erhöhen Sie den Wert für **AP**.

D **ABWEICHENDE MEMBRAN DICHTE (DEVIANT MEMBRANE DENSITY):** Dieser Fehler tritt auf, wenn die Referenzmessung mit der Membran (**m**) um mehr als 5% vom erwarteten Wert (**ABS**) in dieser Stunde abweicht. Wenn dieser Fehler egelmäßig auftritt, kann das auf einen Verschleiß des Beta-Detektors hinweisen. Der Fehler kann auch durch eine beschädigte oder verschmutzte Membran oder eine nicht vollständig ausgefahrene oder eingefahrene Membran verursacht werden. Der Fehler wird auch als **BAM CAL** Fehler bezeichnet.

C **ZÄHLFEHLER (COUNT ERROR):** Ein Zählfehler deutet auf einen nicht ordnungsgemäß arbeitendes Beta-Teilchen Zähler hin und tritt auf, wenn die Beta-Zählrate auf unter 10 000 in 4 Minuten fällt. Die Beta-Zählrate liegt durch einen sauberen Filter hindurch normalerweise bei einem Wert von 800 000 in 4 Minuten. Dieser Fehler tritt auf, wenn der Beta-Detektor defekt ist oder irgendetwas die Beta-Teilchen absorbiert, wie eine klemmende Membran oder eine Ansammlung von Staub.

T **FILTERBAND GERISSEN (TAPE BREAK):** Dieser Fehler meldet ein gerissenes Filterband oder das Filterband ist aufgebraucht. Der Fehler wird ausgelöst, wenn der Fotosensor S6 immer AN ist, unabhängig von Steuerbefehlen an die Motoren M3 – M5. Transportmotoren M3 und M4 Timeout nach 10 s, Motor Transportrolle M5

Timeout nach 6 s. Dieser Fehler wird auch gemeldet, wenn die Andruckrolle in der oberen Position festklemmt wenn der Messzyklus startet. Fotosensor S9 ist immer AN, wenn die Andruckrolle eingerastet ist. Der BAM kann die Andruckrolle nicht automatisch entriegeln und absenken. Das muss manuell erfolgen. Ein Filterband-Riss bricht die Messung ab und der BAM zeigt den letzten gültigen Messwert an, bis das Filterband repariert oder ausgetauscht wurde.

AP Grenzwert Druckabfall über dem Filterband. Der Default-Wert ist 150 mmHg, der Einstellbereich ist 0 bis 500 mmHg, siehe PRESSURE DROP EXCESSIVE Fehler oben.

FRl Unter Grenze Durchflussrate. Der Default-Wert ist 10 lpm, der Einstellbereich ist 0 bis 30 lpm, siehe FLOW OUT OF LIMITS Fehler oben.

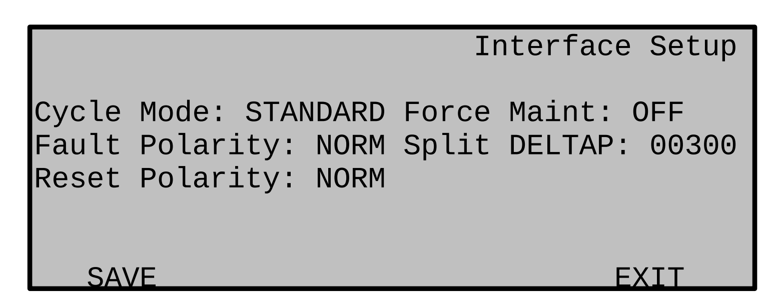
FRh Obere Grenze Durchflussrate. . Der Default-Wert ist 20 lpm, der Einstellbereich ist 1 bis 38 lpm, siehe FLOW OUT OF LIMITS Fehler oben.

6.6 PASSWORD Fenster

Im Menü SETUP > PASSWORD kann der Administrator das Passwort für den Zugang zu den SETUP Menüs ändern. Das Passwort verhindert das unbeabsichtigte Ändern der Setup-Einstellungen durch nicht eingewiesene Personen. Das Passwort ist eine 4-stellige Kombination der Reihenfolge der sechs Funktionstasten F1 bis F6. Das Default-Passwort ist **F1, F2, F3, F4**. Met One empfiehlt, dieses Passwort nicht zu ändern solange es nicht zwingend notwendig ist. Setzen Sie sich mit Met One in Verbindung, wenn Sie das Passwort vergessen oder verloren haben.

6.7 INTERFACE Fenster

Das Menü SETUP > INTERFACE ist unten dargestellt. Diese Einstellungen werden zur Konfiguration des BAM mit einem externen Aufzeichnungsgerät, das den Analogausgang aufzeichnet, verwendet. Die meisten Einstellungen werden selten benutzt, aber der Cycle Mode muss kontrolliert werden, wenn der Analogausgang benutzt wird.



Das INTERFACE Menü

Force Maint: Dieser Parameter wird benutzt, um das Wartungs-Flag ON oder OFF zu setzen, wenn die Messdaten während einer Wartung (wie z.B. einer Durchflussprüfung) markiert werden sollen. Dieser Parameter schaltet gleichzeitig das Wartungsrelais an einem externen Aufzeichnungsgerät. Selten benutzt.

Fault Polarity: Setzt die Polarität des Telemetrie Fehler-Relais. NORM bedeutet Schließer (normally open), INV bedeutet Öffner (normally closed). Selten benutz.

Split DELTAP: nicht verwendet.

Reset Polarity: Teilt dem BAM die Eingangspolarität der externen Triggers mit, falls verwendet. Dieses Signal wird zur Synchronisation des BAM mit einem externen Aufzeichnungsgerät verwendet. NORM bedeutet Schließer (normally open), INV bedeutet Öffner (normally closed).

Cycle Mode: Der Modus kann auf STANDARD oder EARLY gesetzt werden. Wenn Sie das Analogsignal nicht verwenden, lassen Sie den Modus auf STANDARD stehen, ausführliche Beschreibung siehe Kapitel 8.2.

6.8 SENSOR Fenster

Im Menü SETUP > SENSOR werden die Einstellungen für die Setup-Parameter für die sechs analogen Eingangskanäle vorgenommen, an denen die externen Sensoren für die meteorologischen Daten angeschlossen werden. Jeder Kanal muss konfiguriert werden, bevor die Daten erzeugt werden können. Die Parameter sind unten beschrieben. Jeder Kanal hat ein eigenes Konfigurationsmenü für die sechs externen Sensoren im Menü SETUP > SENSOR. Es gibt außerdem zwei interner Kanäle (für die Konzentration I1 und die Durchflussrate I2), die eingesehen aber nicht geändert werden können.

Die meteorologischen Sensoren der Baureihe 500 haben eine automatische Identifizierung, die eine automatische Erkennung des Sensors erlaubt. Die Setup-Parameter werden für jeden Kanal, an den der Sensor angeschlossen wird, ebenfalls automatisch gesetzt. Jeder Kanal kann aber auch manuell durch den Nutzer konfiguriert werden.

```
                    SETUP CHAN PARAMS

CH    TYPE  UNITS  PREC  MULT   OFFSET
06    AT    C         1  0100.0  -050.0
       SENSOR FS VOLT:  1.000
INV SLOPE:N VECT/SCALAR:S MODE:AUTO ID

  SAVE             ID MODE      EXIT
```

Das SENSOR Menü

CH: In diesem Feld wählen Sie den Kanal aus, der angezeigt und geändert werden soll. Wählen Sie den Kanal mit den Up/Down Tasten aus.

TYPE: Dies ist der Name des Kanals. Geben Sie einen beliebigen Namen ein, in dem Sie mit Hilfe Pfeiltasten durch die Buchstaben und anderen Zeichen blättern.

UNITS: setzt die Einheit für den Kanal. Geben Sie einen Wert ein in dem Sie mit Hilfe Pfeiltasten durch die Buchstaben und anderen Zeichen blättern.

PREC: Hier wird die Anzahl der Dezimalstellen für die Korrektur- und Offset-Parameter festgelegt.

MULT: Dies ist der Steigungsfaktor für jeden Kanal. Jeder Eingangswert auf diesem Kanal wird mit dem Faktor multipliziert. Der Faktor **M** in **Y=MX+B.**

OFFSET: Hier wird der Offset des Kanals festgelegt. Zu jedem Eingangswert auf diesem Kanal wird dieser Betrag addiert. Der Faktor **B** in **Y=MX+B.**

FS VOLT: Dies ist der maximale Ausgabewert des Sensors. Maximale Spannungsbereich, der von Sensor ausgegeben werden kann. Dieser wert ist normalerweise entweder 1,000 oder 2,500 V. 2,500 V ist der maximal mögliche Eingabewert für dieses Feld.

INV SLOPE: Dieser Parameter erlaubt den Anschluss eines Sensors mit inverser Ausgangskurve. Dieser Wert wird immer auf **N** (nein) gesetzt außer für Thermistor-Temperatursensoren mit Widerstandsänderung.

VECT/SCALAR: Setzt die Mittelungsmethode. **S** (skalar) ist für alle Sensoren außer für solche, die die Windrichtung zu benutzen. Diese benötigen die Einstellung **V** (Vektor).

MODE: Dieses Feld wird mit der Soft-Taste ID-Modus geändert. Der Wert kann auf MANUAL oder AUTO ID gesetzt werden. Im Modus MANUAL kann der Nutzer eigene Einstellungen für die Parameter der Kanäle vornehmen. AUTO ID wird für die Sensoren der Baureihe 500 verwendet und muss gesetzt werden, wenn die Sensoren automatisch erkannt werden sollen. **Hinweis**: Manuell gesetzt Parameter gehen verloren, wenn der Modus auf AUTO ID gesetzt wird. Kanal 6 muss auf AUTO ID gesetzt werden, wenn $PM_{2.5}$ Messungen mit dem Temperatursensor BX-596 durchgeführt werden sollen.

6.9 HEATER Fenster

Das Menü SETUP > HEATER ist nur sichtbar, wenn der Parameter HEATER CONTROL im Menü SETUP > CALIBRATE auf AUTO gesetzt ist. In diesem Menü werden die Einstellungen für den Smart Heater vorgenommen. Der BAM benutzt eine RH und einen Temperatursensor unterhalb des Filterbandes im Luftstrom, um die Bedingungen der Eingangsluft zu überwachen. Tests haben gezeigt, dass bei einer relativen Feuchte über 50% die Partikel auf dem Filterband Feuchtigkeit absorbieren und die gemessene Masse vergrößern. Der Effekt wird mit steigender Luftfeuchte größer. Die Heizung minimiert diesen Effekt durch die aktive Heizung des Einlassrohres und Verringerung der relativen Feuchte.

```
Heater Setup
          RH Control:  YES
         RH Setpoint:  35%
          Datalog RH:  YES (Chan 4)
     Delta-T Control:  NO
    Delta-T Setpoint:  99 C
     Datalog Delta-T:  NO (Chan 5)
  SAVE                             EXIT
```

Das HEATER Setup Fenster

RH Control: Wenn YES ausgewählt ist, wird der Smart Heater automatisch mit der höchsten Leistung aufgeheizt, wenn die Feuchtigkeit im Messstrom den in RH Setpoint gesetzten Wert überschreitet. Wenn die Feuchte unter den Wert fällt, heizt der Smart Heater mit geringer Leistung (ca. 30 W), was den älteren Modellen der Wicklungsheizung entspricht. Wenn NO ausgewählt ist, heizt der Smart Heater immer mit kleiner Leistung, es erfolgt keine weitere Kontrolle der Feuchte.

RH Setpoint: Dieser Wert kann zwischen 10% und 99% gesetzt werden. Das ist die relative Feuchte, die am Filterband gemessen wird. Met One empfiehlt, den Wert auf 35% zu setzen, was dem Gleichgewichtswert von FRM Filtern entspricht und für die $PM_{2.5}$ Messungen erforderlich ist.

Datalog RH: Wenn YES ausgewählt ist, werden die RH Messungen auf Kanal 4 des BAM aufgezeichnet. Wählen Sie YES aus, wenn keine externen Sensoren an Kanal 4 angeschlossen sind.

Delta-T Control: Der BAM kann die Filtertemperatur mit der Umgebungstemperatur vergleichen und die Differenz (Delta-T) bestimmen, wenn ein BX-592 Temperatursensor an Kanal 6 angeschlossen ist. Wenn YES ausgewählt ist, wird der Smart Heater mit kleiner Leistung betrieben, wenn der in Delta-T vorgegeben Wert überschritten wird.
Flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compound VOCs) können zerstört werden, wenn Delta-T zu hoch eingestellt wird. Normalerweise stellt das aber kein Problem dar, da jede Probe für weniger als eine Stunde gesammelt wird, und dann durch ein neues Feld auf dem Filterband ersetzt wird. Met One empfiehlt die Verwendung von Delta-T nur in bestimmten Anwendungsfällen, da die Einstellung die Feuchte-Regelung überlagert, die einen wesentlich größeren Einfluss auf die Konzentrationsmessung hat. Hinweis: Die Delta-T Regelung muss für $PM_{2.5}$ FEM Messungen auf NO gesetzt werden.

Delta-T Setpoint: Delta-T kann zwischen 1 und 99 °C gesetzt werden. Wenn die Filtertemperatur die Umgebungstemperatur um mehr als diesen Wert überschreitet, schaltet der Smart Heater auf kleine Leistung um, **ohne den Messwert für RH zu beachten**. Der Fehler **N** wird jedes Mal aktiviert. Hinweis: Ein paar Grad Unterschied werden wegen der Eigenerwärmung des Gerätes auch bei ausgeschalteter Heizung gemessen. Fehler werden häufig signalisiert, wenn der Delta-T Wert zur niedrig eingestellt wurde. Setzen Sie den Wert auf mindestens 8 oder 10 °C. Setzen Sie den Wert auf 99, wenn die Funktion nicht genutzt werden soll.

Datalog Delta-T: Wenn YES ausgewählt ist, werden die Delta-T Daten Kanal 5 des BAM zugeordnet. Wählen Sie YES aus, wenn an Kanal 5 keine externen Sensoren angeschlossen

sind. Hinweis: Die Delta-T Daten werden auch aufgezeichnet, wenn die Delta-T Überwachung ausgeschaltet ist. Der Parameter ist oft sinnvoll.

7 WARTUNG, DIAGNOSE und FEHLERBEHEBUNG

Dieses Kapitel enthält Informationen zu Wartung des BAM-1020 und zur Durchführung von Diagnosetests, wenn ein Problem auftritt. Wenn Fehler auf dem Display angezeigt werden oder wenn Datensätze fehlerhaft sind, identifizieren Sie den Fehler wie in Kapitel 6.5 beschrieben. In vielen Fällen gibt es eine einfache Lösung. Wiederkehrende Fehler weisen auf einen Gerätefehler oder auf einen sich anbahnenden Fehler hin, der ein Eingreifen erfordert.

7.1 Von Met One empfohlene Wartungsintervalle

Wartungsgegenstand	Empfohlenes Intervall
Bestaubungskammer und Stützkreuz reinigen*	**monatlich**
Lecktest*	**monatlich**
Kontrolle der Durchflussrate	**monatlich**
Reinigung der Welle der Andruckrolle und der Gummis der Transportrollen*	**monatlich**
Reinigung des PM10 Lufteinlasskopfes	**monatlich**
Reinigung des PM2.5 Lufteinlasskopfes	**monatlich**
Fehlerhistorie kontrollieren*	**monatlich**
Gespeicherte Daten herunterladen*	**monatlich**
Vergleich der Daten des BAM-1020 mit dem externen Aufzeichnungsgerät (falls verwendet)	**monatlich**
Filterband austauschen	**2 Monate**
Selbsttest durchführen	**2 Monate**
Komplette Überprüfung des Durchflusssystems und Kalibrierung	**2 Monate**
Kontrolle der BAM-1020 Einstellungen	**2 Monate**
Echtzeituhr einstellen	**2 Monate**
Ersetzten oder Reinigen des Pumpen-Schalldämpfers (falls verwendet)	**6 Monate**
Testen der Pumpenkapazität	**6 Monate**
Testen der Sensoren für rel. Feuchte des Filterbandes und der Temperatur	**6 Monate**
Heizung (Smart Heater) testen	**6 Monate**
72 Stunden BKGD (BX-302 Null-Luft-Filter) Test durchführen	**12 Monate**
Filter für grobe Partikel reinigen	**12 Monate**
Kontrolle der Referenz-Membran und des Bereiches	**12 Monate**
Zählrate des Beta Detektors und Dunkel-Zählrate testen	**12 Monate**
Probenahmerohr reinigen	**12 Monate**
Analogausgang testen (falls verwendet)	**12 Monate**
Vakuum-Pumpe überholen*	**24 Monate**
O-ring der Bestaubungskammer wechseln (Spezialwerkzeug erforderlich)	**24 Monate**
Verrohrung der Pumpe ersetzen	**24 Monate**
Werkskalibrierung. Nur für Geräte, die zur Reparatur geschickt wurden	**---**

*Diese Arbeiten können bei Bedarf öfter durchgeführt werden.

7.2 Prüfprotokoll und Testreport

Am Ende dieses Handbuchs finden Sie das Beispiel eines Protokolls. Dieses Protokoll können Sie für die Aufzeichnung von Kalibrierungen, Überprüfungen oder Test verwenden. Bitte machen Sie Kopien dieses Protokolls. Met One stellt Ihnen auch gerne das Originaldokument als Microsoft Word® Datei zur Verfügung, das Sie nach Ihren Bedürfnissen ändern können. Die Aufzeichnung der Kalibrierungen und Wartungen sind wichtig, wenn der BAM zu Überwachungszwecken eingesetzt wird. Die meisten Behörden entwickeln eigene Wartungs- und Prüfprotokolle.

7.3 Selbsttest-Funktion

Eine wichtige Möglichkeit, Hardwarefehler im BAM-1020 zu identifizieren, ist die Selbsttest-Funktion im Menü TAPE. Damit können eine Reihe von mechanischen Fehlern im Gerät identifiziert werden. Der Selbsttest ist eine gute Möglichkeit, um mit der Fehlersuche zu beginnen, wenn Probleme auftauchen oder häufig Fehler aufgezeichnet werden. Im Kapitel 3.5 ist der Selbsttest beschrieben.

7.4 Probleme beim Einschalten

Der BAM-1020 muss zumindest eingeschaltet werden können, um weitere Diagnosefunktionen starten zu können. Es gibt nur wenige Ursachen, die das Einschalten verhindern können.

- Stellen Sie sicher, dass das Gerät mit der richtigen Netzspannung versorgt wird.
- Überprüfen Sie die beiden Sicherungen (3,12 A, 250 V) in der Gerätesteckdose und tauschen Sie sie ggf. aus. Das Netzkabel muss abgezogen werden, bevor Sie die Abdeckung der Sicherungen öffnen können, sonst wird der Sicherungshalter beschädigt. Hebeln Sie die obere Ecke des Gehäuses auf, um die Sicherungen herauszunehmen.
- Möglicherweise ist der Kontrast so hell eingestellt, dass das Gerät den Eindruck macht, es sei ausgeschaltet, obwohl es eingeschaltet ist. Halten Sie die Taste für den Kontrast einige Sekunden gedrückt. In seltenen Fällen fällt das Display komplett aus. Wenn das Gerät „piept“ während Sie die Taste drücken, ist es eingeschaltet.
- Wenn alle beschriebenen Tests in Ordnung sind, kann das Netzteil im Gerät defekt sein. Setzten Sie sich für weitere Informationen und Anweisungen mit Met One in Verbindung. Versuchen Sie nicht, das Gerät zu öffnen und das Netzteil zu reparieren, außer durch eine fachkundige Person.

7.5 Tabelle der Fehler und Ursachen / Lösungen

Die folgende Tabelle enthält Informationen über einige der häufigsten BAM-1020 Probleme, die auftreten können, sowie Schritte um die Ursache zu finden und den Fehler zu beheben. Met One nimmt Ihre Anregungen für weitere Einträge in späteren Handbüchern gerne auf! Wenn die Lösung in der folgenden Tabelle nicht aufgeführt ist, setzten Sie sich mit einem unserer Servicetechniker in Verbindung, um das Problem zu lösen.

Problem:	Der Messzyklus wird nicht gestartet.
Ursache/Lösung:	• Das Messgerät ist so programmiert, dass der Messzyklus am Beginn einer vollen Stunde startet. Stellen Sie sicher, dass die Uhr richtig eingestellt ist. • Das Gerät wartet bis zum Beginn der nächsten Stunde, selbst wenn der Betriebsmodus auf ON gesetzt ist. • Die Pumpe startet erst, wenn der Zählvorgang mit dem sauberen Filterband abgeschlossen ist, also erst 4 oder 8 Minuten nach der vollen Stunde. • Das Gerät kann die Messung nicht starten, wenn die Andruckrollen in der oberen Position eingerastet sind. Das Gerät kann die Rollen nicht automatisch absenken. • Stellen Sie sicher, dass das Filterband korrekt eingelegt ist. • Das Gerät beginnt die Messung nie, solange das Display nicht das Hauptmenü oder das Menü OPERATE anzeigt. • Das Gerät zeigt normalerweise einen Fehler an und gibt ein akustisches Signal ab, wenn der Messzyklus nicht gestartet werden kann.

Problem:	Die analoge Ausgangsspannung oder der digitale Messwert zeigen den Maximalwert an.
Ursache/Lösung:	• Das Gerät setzt die Maximalwerte, um einen Fehler anzuzeigen. Laden Sie die Fehlerhistorie herunter. Der Fehler wird bis zum Beginn der nächsten Stunde gehalten

Problem:	Die Konzentration weist negative Werte auf.
Ursache/Lösung:	• Wenn die Konzentration sehr niedrig ist (etwa unter 3 Mikrogramm) können gelegentlich negative Werte auftreten. Das liegt an der Rauschgrenze von einigen Mikrogramm. Negative Werte sollten nicht häufig auftreten. • Wenn das Gerät wiederholt negative Werte ausgibt, treten möglicherweise Löcher im Filterband auf. Diese Löcher können sehr klein und kaum erkennbar sein. Meistens liegt der Grund dafür in einer verschmutzten Bestaubungskammer oder verschmutztem Filterband-Stützkreuz. Reinigen Sie die Teile. • Stellen Sie sicher, dass die SETUP > CALIBRATE Werte mit den Daten im Kalibrierschein übereistimmen, insbesondere der Wert für BKGD. • Der BKGD Wert muss im Feld überprüft werden. Met One bietet für diese Zwecke einen Nullluft-Filter BX-302 für die Nullkalibrierung des Gerätes an.

Problem:	Die Durchflussrate ist zu klein und regelt sich nicht auf 16,7 lpm ein.
Ursache/Lösung:	• Der graue Plastikschalldämpfer der Pumpe ist nach einigen Monaten verstopft. Tauschen Sie den Schalldämpfer aus oder bohren Sie ein Loch in das Ende, um eine vorübergehende Besserung zu haben. Der Messingschalldämpfer kann mehrmals gereinigt werden. • Einige Nutzer ersetzen den Schalldämpfer durch ein etwa 9 m langes Rohr. Das Rohr verstopft nicht und reduziert das Pumpengeräusch genauso wie der Schalldämpfer. • Die Pumpe muss nach etwa 2 Jahren überholt werden. • Bei Medo Pumpen lässt die Kapazität auf Grund von Verschleiß mit der Zeit nach. Möglicherweise fällt die Durchflussrate unter 16,7 lpm beim Anschluss an den BAM • Die Pumpe muss nach zwei Jahren überholt werden. • Kontrollieren Sie, ob die PM Lufteinlässe blockiert sind.

Problem:	Der Durchfluss steht auf einem bestimmten Wert und ändert sich nicht.
Ursache/Lösung:	• Der Durchflussmesser einiger älterer Geräte kann verstopfen. Wenn die Durchflussmesser nicht mit einer kleinen Platine auf direkt auf dem Motor ausgestattet ist, muss er aufgerüstet werden. Setzen Sie sich mit dem Service in Verbindung. • Setzen Sie die Durchflussrate im Menü SETUP > SAMPLE auf einen Wert zwischen 14,0 und 17,5 lpm und schalten Sie die Pumpe im Menü TEST > PUMP ein. Der BAM sollte nun diesen Wert einregeln. Wenn sich die Durchflussrate nicht ändert, ist der Durchflussmesser möglicherweise verstopft. Wenn die

	Durchflussrate bei einem Wert unter 16,7 lpm eingeregelt wird, bei einem höheren Wert aber nicht, ist die Pumpe verschlissen oder ein besteht ein Leck. Stellen Sie nach dem Test die Durchflussrate unbedingt wieder auf 16,7 lpm ein.

Problem:	**Die Bestaubungskammer klemmt in der oberen Position fest oder wird nicht vollständig auf das Filterband abgesenkt.**
Ursache/Lösung:	• Häufige Ursache ist ein nicht einwandfrei justiertes Probenahmerohr. Stellen Sie sicher, dass das Rohr gerade und senkrecht an das Gerät angeschlossen ist. • Der O-Ring der Bestaubungskammer ist möglicherweise defekt und muss ersetzt werden. Setzen Sie sich mit dem Service in Verbindung. Es wird ein spezieller Abstandsring zum Wiedereinbau der Bestaubungskammer benötigt. • In den Messinglagern der Bestaubungskammer hat sich Schutz angesammelt. Bauen Sie die Bestaubungskammer aus und reinigen Sie die Teile. Für genaue Anweisungen setzen Sie sich mit Met One in Verbindung. Das BX-308 Wartungswerkzeug wird benötigt. • Heben Sie die Bestaubungskammer mit dem Finger an und prüfen Sie, ob sie sich klebrig oder sandig anfühlt.

Problem:	**Es bestehen Lecks auch nach dem Reinigen der Bestaubungskammer und des Stützgitters**
Ursache/Lösung:	• Die Bestaubungskammer klemmt möglicherweise in der oberen Position fest. Stellen Sie sicher, dass die Bestaubungskammer abgesenkt ist. Wenn sich die Bestaubungskammer klebrig oder sandig anfühlt, dichte sie nicht richtig. Setzen Sie sich mit Met One in Verbindung, um die Bestaubungskammer auszubauen und den inneren O-Ring auszutauschen. • Überprüfen Sie die O-Ringe des Sharp-Cut Zyklons (falls vorhanden). Diese haben häufig Lecks. • Überprüfen Sie den Nullpunkt des Durchflussmessers im BAM: Entfernen Sie die Verrohrung zwischen Pumpe und BAM und führen Sie einen weiteren Lecktest durch, um einen Luftdurchsatz durch das Gerät zu verhindern. Der BAM muss nun eine Durchflussrate unter 0,2 lpm anzeigen. Ist das nicht der Fall, müssen die Werte für $\mathbf{C_v}$ und $\mathbf{Q_0}$ wie in Kapitel 5.8 beschrieben re-kalibriert werden. • Prüfen Sie die O-Ringe am BAM Einlass. • Entfernen Sie das Gehäuse und überprüfen Sie alle Luftanschlüsse innerhalb des BAM. Diese Klemmanschlüsse müssen fest eingesteckt sein, um Lecks zu vermeiden. • Prüfen Sie die interne und externe Verrohrung auf gerissene oder geknickte Rohre.

Problem:	**Das Gerät misst zu hohe oder zu niedrige Konzentrationen im Vergleich zu einer Messung mit FRM Filter.**
Ursache/Lösung:	• Der häufigste Grund ist Feuchtigkeit, die entweder vom Filterband oder von den Partikeln absorbiert wird. Prüfen Sie die Einstellungen des Smart Heaters. • Prüfen Sie die Kalibreirung es Filterban-Feuchtesensors und zeichnen Sie, falls möglich, die relative Feuchte über Kanal 4 auf. Die relative Feuchte sollte auf 35% geregelt werden. • Prüfen Sie die Kalibrierung für Durchflussrate, Temperatur und Druck. • Stellen Sie sicher, dass die Einstellungen für den K-Faktor nicht verändert wurden. Das macht sich als Steigungsfehler in den Konzentrationsdaten bemerkbar. • Stellen Sie sicher, dass der Wert für BKGD korrekt ist und führen Sie einen 72-Stunden Null-Filter Test (mit Option BX-302) durch. Wenn der BKGD Wert nicht korrekt eingestellt ist, führt das zu einem Offset von einigen Mikrogramm. • Prüfen Sie die Bestaubungskammer auf Lecks. Ein Leck kann zu einer positiven oder negativen Verschiebung führen, je nach dem ob die an der Bestaubungs-kammer eingezogene Luft sauberer oder belasteter ist, als die Umgebungsluft. • Prüfen Sie die begleitenden Installationsanforderungen, stellen Sie insbesondere sicher, dass die Abstände der Einlässe den richtigen Abstand haben und auf gleicher Höhe liegen.

	• Wenn der Analogwert des BAM mit einem externen Gerät aufgezeichnet wird, stellen Sie sicher, dass die Skalierung des externen Gerätes mit der des BAM übereinstimmt! In den meisten Fällen entspricht die Ausgabe von 0,000 V des BAM nicht einer Konzentration von 0,000 mg, sondern von -0,015 oder 0,005 mg, siehe Kapitel 6.2 und 8. Prüfen Sie regelmäßig, dass die gespeicherten digitalen Daten des BAM mit den Daten des externen Gerätes übereinstimmen. • Einkanal-FRM Messgeräte liefern oft bessere Resultate als Mehrkanal-FRM Messgeräte. Wenn ein Multikanal-Gerät benutzt wird, muss die Probenahme trotzdem täglich neu durchgeführt werden. Wenn die FRM Filter nicht täglich ordnungsgemäß gewechselt werden, können daraus Korrelationen mit dem BAM resultieren. • Der 24-Stunden-Mittelwert des BAM aus dem stündlichen Messungen wird außerhalb des BAM bestimmt. Dabei ist wichtig, dass die 24-Stunden Datenbasis der BAM Daten auf der gleichen 24-Stunden-Periode der FRM Probe beruht. Wenn z.B. die Probenahme beim FRM für den Filterwechsel täglich um 9:00 Uhr unterbrochen wird, die BAM-Daten aber von Mitternacht bis Mitternacht aufgezeichnet werden, kann daraus eine Verschiebung resultieren.

Problem:	**Das Gerät zeichnet häufig „L“ Netzfehler auf.**
Ursache/Lösung:	• Die Ausgangsspannung des 5 V DC Netzteils muss 5,25 V betragen. Setzen Sie sich mit dem Service in Verbindung. Sie erhalten Anweisungen, wie die die Ausgangsspannung prüfen und ggf. justieren können. • Der CHASSIS Anschluss muss geerdet werden. • Schließen Sie den BAM an eine UPS an. • Selbst eine Unterbrechung von Bruchteilen einer Sekunde führt zu einem „L“ Fehler. Der Messzyklus wird abgebrochen, ein neuer Messzyklus wird erst am Beginn der nächsten Stunde gestartet. • Lokale hohe elektromagnetische Felder müssen wenn möglich vermieden werden. • Einige ältere DC Netzteile, in im BAM verwendet wurden, neigen zur Oxidation, was häufige Neustarts des BAM verursachen kann. Komponenten zur Aufrüstung sind für bestimmte Geräte erhältlich. Setzten Sie sich mit dem Service in Verbindung. • In seltenen Fällen werden in älteren 220 V-Geräten Restes durch die Smart Heater Regelung im BAM verursacht. Setzten Sie sich mit dem Service in Verbindung.

Problem:	**Der BAM zeigt wiederholt die gleiche Konzentration für jede Stunde an.**
Ursache/Lösung:	• Bestimmte Fehlerindikatoren wie „T“ (Filterband gerissen), veranlassen den BAM, den letzten gültigen Messwert zu wiederholen, bis der Fehler behoben ist. Rufen Sie die Fehlerhistorie auf, um den Fehler in dieser Stunde festzustellen. • Wenn der Messbereich (RANGE) auf mehr als 1,000 mg gesetzt ist, wird die Auflösung des A/D Wandlers auf 2 Mikrogramm reduziert. Wenn sich die Konzentration in der Umgebungsluft über mehrere Stunden nicht wesentlich ändert, zeigt der BAM auf Grund der niedrigeren Auflösung möglicherweise die gleichen Werte an. Belassen Sie die RANGE Einstellung auf 1,000 mg, es sei denn es werden sehr hohe Konzentrationen erwartet

Problem:	**Häufige „D“ Fehler (Membrandichte) werden aufgezeichnet.**
Ursache/Lösung:	• Diese Fehler weist auf eine beschädigte oder verschmutzte Membran hin. Die Membran kann mit Wasser gereinigt werden. Beschädigte Membranen müssen ausgetauscht werden. • Die Membran ist nicht vollständig ein- oder ausgefahren, was dazu führt, dass Metallteile des Rahmen die Beta-Teilchen ganz oder teilweise absorbieren. Kontrollieren Sie die Bewegung der Membran.

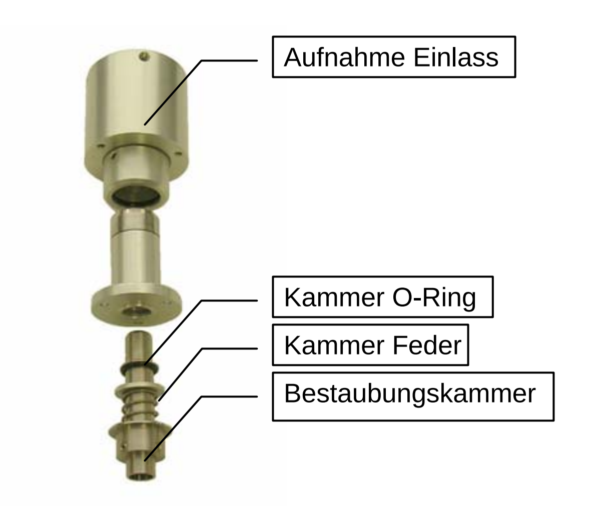
Problem:	**Die Einstellungen der Uhrzeit gehen beim Ausschalten des Gerätes verloren.**
Ursache/Lösung:	• Die Lithium-Batterie auf der Platine 3230 muss nach etwa 10 Jahren ausgetauscht werden. Es ist normal, dass die Uhr um etwa eine Minute pro Monat driftet.

Problem:	Das Filterband reißt während des normalen Betriebes.
Ursache/Lösung:	• Die Fotodiode, die die Transportbewegung des Filterbandes kontrolliert, ist dejustiert. Prüfen Sie die Fotodiode wie in Kapitel 7.16 beschrieben. • Manchmal liegt die Ursache in einer dejustierten „SHUTTLE“ Fotodiode oder am Unterbrecher am Ende des Balkens im BAM.

Problem:	Das Display zeigt die Meldung “MISSING TEMP PROBE” an.
Ursache/Lösung:	• Das Gerät benötigt einen Umgebungstemperatursensor BX-596 oder BX-592 wenn entweder CONC TYPE oder FLOW TYPE auf ACTUAL gesetzt sind. Die Meldung wird angezeigt, wenn an Kanal 6 kein Sensor angeschlossen ist. • Wenn die Auto ID Ader des Temperatursensors nicht in Ordnung ist, kann der BAM den Sensor nicht identifizieren und der Alarm wird angezeigt.

7.6 Auswechseln von Komponenten der Bestaubungskammer

Die Komponenten der Bestaubungskammer müssen regelmäßig überprüft, gereinigt und ausgetauscht werden. Der O-Ring muss nach einigen Jahren ausgetauscht werden, um ein Verkleben der Bestaubungskammer zu verhindern. Die Bestaubungskammer selbst muss ausgetauscht werden, wenn die verschlissen oder beschädigt ist. Sie sollte jährlich oder alle zwei Jahre ausgebaut und gründlich gereinigt werden. Die genauen Anweisungen dazu sind bei Met One erhältlich. Ein Satz von Abstandsscheiben wird zum Wiedereinbau der Kammer benötigt.



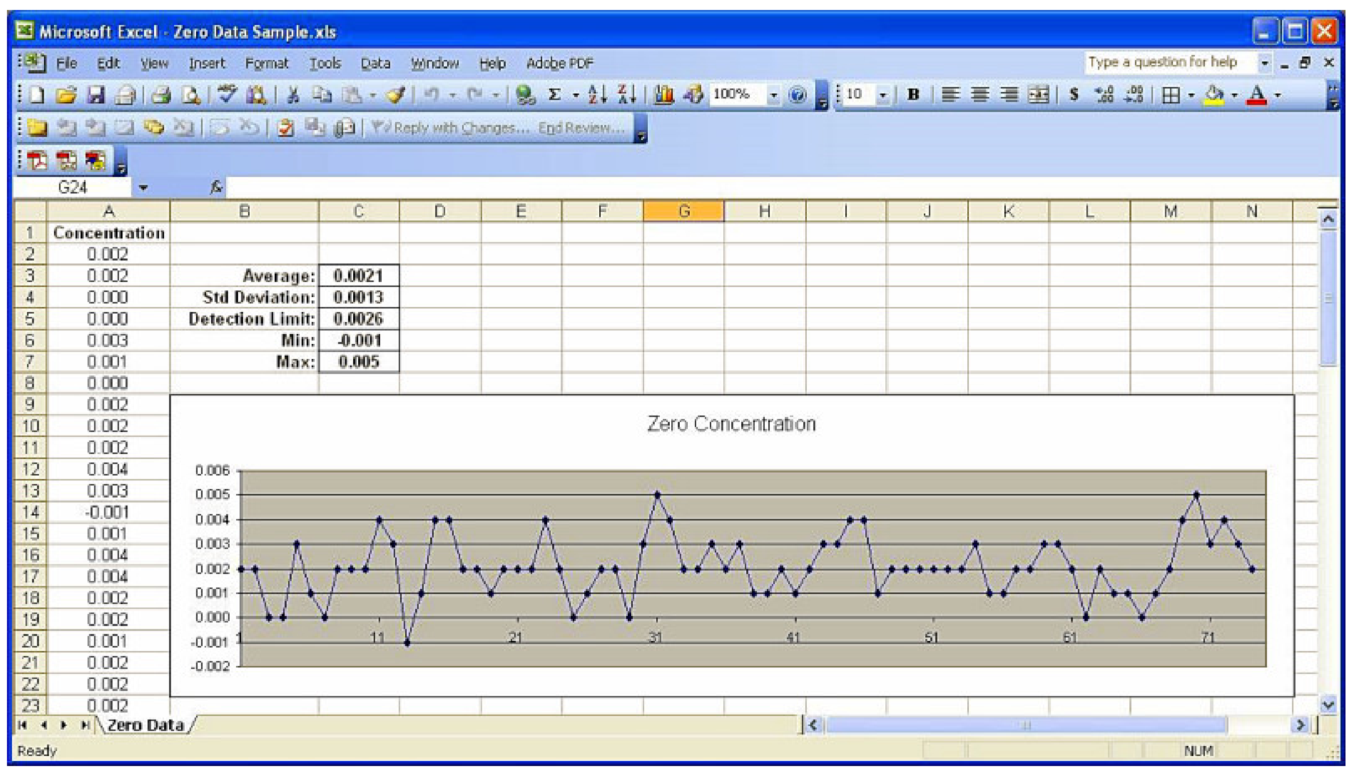
7.7 Test der Nullwert-Konzentration BKGD (Zero Background Test)



Die Nullwert –Konzentration ist ein Korrekturwert für die vom BAM-1020 aufgezeichneten Konzentrationsdaten (siehe auch Kapitel 6.3 zur Definition des BKGD-Wertes). Dieser Wert wird für jedes Gerät unter Laborbedingungen kalibriert und wird normalerweise für PM_{10} Messungen nie geändert.
Für BAM-1020 Geräte, die für PM2.5 Messungen konfiguriert sind, muss dieser Wert im Feld vor dem Einsatz und mindestens einmal jährlich verifiziert (und ggf. justiert) werden. Dazu ist das BX-302 Nulluft-Kalibrierset notwendig. Der Test korrigiert den BKGD Wert, um geringe Schwankungen durch die lokalen Bedingungen wie Bodenbeschaffenheit und Gegebenheiten des Messcontainers zu kompensieren. Dadurch wird eine optimale Genauigkeit bei geringen

Konzentrationen, die typisch für $PM_{2.5}$ Messungen sind, erreicht. Der Test gibt ebenso über das Null-Rauschen des Gerätes Auskunft.

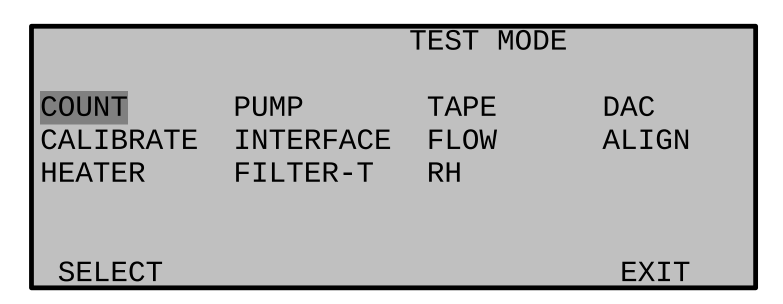
Der Test verlangt den Betrieb des BAM in der normalen Betriebsumgebung mit dem Nullfilter am Einlass für mindestens 72 Stunden. Den neue BKGD Wert wird berechnet und am BAM eingegeben. Der Test sollte nicht bei schnell ändernden Wetterverhältnissen durchgeführt werden. Die ausführlichen Bedienanweisungen sind im Lieferumfang des BX-302 Sets enthalten.



Typische Nullluft-Kalibriertest Ergebnisse

7.8 Das Test Menü

Die folgenden Untermenüs beschreiben die Möglichkeiten, Tests zur Diagnose des BAM-1020 durchzuführen. Die meisten dieser Tests werden zur Fehlersuche eingesetzt und sind für die einwandfreie Funktion des Gerätes nicht notwendig. Die Testfunktionen werden über die Soft-Taste TEST aus dem Hauptmenü heraus aufgerufen. Das Menü wird unten angezeigt. Die Menüs werden verwendet, um Kalibrierungen und Überprüfungen der unterschiedlichen Sensoren durchzuführen, und um erweiterte Diagnosen zur Fehlersuche und –behebung durchzuführen.



Das TEST Menü

7.9 Testmenü COUNT

Das TEST > COUNT Menü erlaubt den Test des Beta-Detektors und der Beta-Quelle unabhängig vom Rest der Mechanik oder der Durchflussregelung. Jeder Zählertest benötigt 4 Minuten und zeigt die Anzahl der Beta-Teilchen an, die in dieser Zeit akkumuliert werden. Der endgültige Wert bleibt auf dem Display nach dem Ende des Zählintervalls stehen. Es können bis zu 6 Tests gleichzeitig auf dem Display angezeigt werden. Zähltests werden normalerweise mit einem sauberen Abschnitt des Filterbandes zwischen Quelle und Detektor durchgeführt, wie im normalen Betrieb auch. Bei Bedarf kann aber auch die Membran während des Tests zwischen Quelle und Detektor eingeschwenkt werden.

TIME: zeigt die Uhrzeit an, zu der der Test gestartet wurde.

COUNT: Zeigt die Anzahl der Beta-Teilchen an, die während der 4-minütigen Testphase gezählt wurden. Die Zahl erhöht sich während des Tests sehr schnell. Typische Werte für ein 4-Minuten Intervall liegen zwischen 600 000 und 1 000 000 Zählern durch ein sauberes Filterband. Der Wert ist geringer, wenn die Membran eingeschwenkt ist, die die Beladung mit Partikeln simuliert. Wenn der Wert unter 500 000 liegt, lässt der Beta-Detektor möglicherweise nach.

M: Zeigt an, ob die Membrane eingeschwenkt ist (Y) oder nicht (N).

MEMBRN: Drücken Sie diese Taste, um die Membran zwischen Quelle und Detektor einzuschwenken.

NO MEMBRN: Mit dieser Taste schwenken Sie die Membran wieder aus dem Strahlengang.

GO: Diese Taste startet den 4-Minuten Zähltest. Die Zählung beginnt sofort. Nach 4 Minuten stoppt die Zählung und das Gerät wartet auf eine Eingabe, um einen neuen Zyklus zu starten oder um das Menü zu verlassen.

7.10 Testmenü PUMP

Das Menü TEST > PUMP ist nützlich, um die Pumpe und die Bestaubungskammer zu testen und Lecktests durchzuführen und die Bestaubungskammer zu reinigen. In Kapitel 5.3 ist die Prozedur des Lecktests beschrieben. Hinweis: Der BAM Bestaubungskammer-Motor bewegt die Kammer nach oben. Die Kammer wird aber nur durch die Federspannung heruntergedrückt. Es ist möglich, dass die Kammer in der oberen Position festklemmt, selbst wenn der Motor arbeitet und kein Fehler angezeigt wird. Es kann ebenso vorkommen, dass die Kammer nicht ganz gegen das Filterband gedrückt wird. Diese Fehler werden häufig durch ein nicht ordnungsgemäß justiertes Probenahmerohr am Einlass, einen defekten Kammer O-Ring oder Staub in den Lagern hervorgerufen. Ein guter Indikator für dieses Problem sind unregelmäßig berandete Zonen auf dem Filterband, oft mir einem „Halo“ umrandet.

```
           NOZZLE/PUMP TEST MODE

NOZZLE: ▼

Flow (STD):  16.7 LPM   PUMP:  ON


MOVE NOZZLE   PUMP ON   PUMP OFF   EXIT
```

Das PUMP Test Menü

NOZZLE: Status der Bestaubungskammer. Oben (▲) oder unten (▼).

PUMP: Pumpenstatus. ON oder OFF.

Flow (STD): Durchflussrate, angezeigt in EPA Standard Liter/Minute.

MOVE NOZZLE: Diese Taste bewegt die Bestaubungskammer auf oder ab. Dieser Test erlaubt die Prüfung der Bewegung der Kammer. Die Gesamtzeit beträgt etwa 5 Sekunden. Wenn die Pumpe eingeschaltet ist, kann diese Bewegung nicht ausgeführt werden.

PUMP ON: Diese Soft-Taste schaltet die Pumpe ein. Die Bestaubungskammer wird, falls notwendig, automatisch abgesenkt.

PUMP OFF: Diese Soft-Taste schaltet die Pumpe aus.

7.11 Testmenü TAPE

Im Menü TEST > TAPE kann das Filterband manuell um jeweils 12,5 mm (eine „Fensterbreite“) vorwärts oder rückwärts bewegt werden. Dies ist hilfreich, um den Transportmechanismus zu überprüfen oder um einen sauberen Bereich des Filterbandes für andere Tests wie Durchfluss- oder Zähltests vor die Bestaubungskammer zu fahren. Die Kammer wird, falls notwendig, automatisch angehoben und das Filterband bewegt sich in ein paar Sekunden um ein Fenster weiter.

X: Zeigt die Anzahl der Fenster an, um die das Filterband zuletzt bewegt wurde. Dieser Wert ist negativ, wenn das Filterband rückwärts bewegt wurde.

FEED: Dies ist die Anzahl der Fenster, um die das Band vorwärts bewegt werden soll. Stellen Sie die Anzahl mit den Pfeiltasten auf maximal 10 ein.

FWD: Diese Taste bewegt das Filterband um die gewählte Anzahl von Fenstern vorwärts.

BKWD: Diese Taste bewegt das Filterband um die gewählte Anzahl von Fenstern rückwärts.

7.12 Testmenü DAC – Test des Analogausgangs

Das Menü TEST > DAC dient zum Testen der Spannung des Analogausgangs in Abhängigkeit der Konzentration und des DAC (Digital-Analog-Converters). Setzen Sie die Ausgangsspannung mit den Pfeiltasten auf ein beliebigen Wert zwischen 0,000 und 1,000 V in Schritten von 0,100 V. Messen Sie die Spannung an den Klemmen VOLT OUT +/- auf der Rückseite des BAM-1020 mit einem hochgenauen Voltmeter und kontrollieren Sie, dass der Wert mit dem auf dem Display angezeigten Wert mit einer Toleranz von ±0,001 V an jedem Punkt übereinstimmt. Schließen Sie dann das Voltmeter an den Eingang des Aufzeichnungsgerätes an und wiederholen Sie den Test, um sicherzustellen, dass die richtige Spannung am Eingang ankommt. Wenn der analoge Wert nicht dem Wert im Menü TEST > DAC entspricht, setzen Sie sich mit dem Service in Verbindung. Der Wert des DAC kann nicht negativ werden.

7.13 Testmenü CALIBRATE

Im Menü TEST > CALIBRATE können Tests des Messbereiches der Referenzmembran durchgeführt werden, die automatisch in jedem Messzyklus ablaufen. Dieser Test kann durchgeführt werden, wenn der BAM-1020 Fehler des Typs **D** aufgezeichnet hat. Jeder BAM hat eine Membran mit einem individuellen Gewicht. Diese Masse (**m**) wird im Test gemessen und angezeigt. Vergleichen Sie diesen Wert mit dem ABS-Wert auf dem Kalibrierschein Ihres Gerätes. Die Werte müssen innerhalb von 5% übereinstimmen. Falls nicht, ist der häufigste Grund eine verschmutzte Membran (Staub oder Öl auf der Folie). Die Membran kann vorsichtig mit Luft freigeblasen oder mit klarem Wasser gespült werden. Alkohol darf nicht verwendet werden, da er einen Film hinterlässt. CD-Reiniger wirkt gut bei stark

verschmutzten Membranen **Vorsicht: Die Membran besteht aus einen dünnen Polyesterfolie ist extrem empfindlich!** Bei Beschädigung muss die Membran ausgetauscht werden. Setzen Sie sich mit dem Service in Verbindung, um ausführliche Informationen zu erhalten.

```
          CALIBRATION MODE

REF MBRN: <
COUNT  (Io):        634000
COUNT  (I):         556234
CAL MASS M:         0.801 mg/cm2

START    STOP                 EXIT
```

Das Testmenü CALIBRATE

REF MBRN: Dieses Feld zeigt an, ob sich die Membran im Strahlengang befindet **(>)** oder nicht **(<).**

COUNT (I_0): Anzahl der Beta-Teilchen, die während des 4-Minuten Intervalls gezählt wurden, ohne Membran.

COUNT (I): Anzahl der Beta-Teilchen, die während des 4-Minuten Intervalls gezählt wurden, mit Filter und Membran.

CAL MASS M: Dieser Wert ist die berechnete Masse **(m)** der Referenzmembran, die aus den beiden Zählwerten berechnet wird. Der Mittelwert mehrerer dieser Messungen sollte mit dem **ABS**-Wert bis auf 5% übereinstimmen.

START: Diese Soft-Taste startet den Zyklus. Die Zählung beginnt sofort. Nach 4 Minuten wird der Wert in I_0 gespeichert, die Membran wird eingeschwenkt und der Zählvorgang für **I** startet. Am Ende des Tests wird die Zählung gestoppt und die Masse der Membran wird berechnet. Die Gesamte Messzeit beträgt etwa 8,1 Minuten pro Test.

7.14 Testmenü INTERFACE

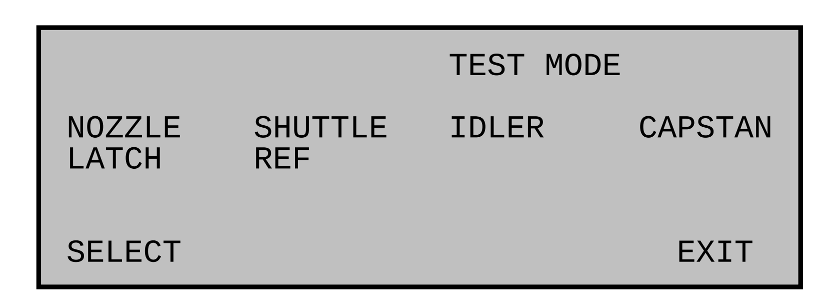
Im Testmenü TEST > INTERFACE werden die Relais Ein- und Ausgänge auf der Rückseite des BAM-1020 getestet. Die beiden Eingänge (TELEM FAULT und EXT RESET) werden getestet, in dem ein geeignetes Signal an den Klemmen des BAM angelegt wird. Kontrollieren Sie, dass sich die Werte auf dem Display entsprechend ändern. Die fünf Ausgangsrelais (TAPE BREAK, FLOW ERROR, DATA ERROR, MAINTENANCE und RANGE) werden getestet, indem sie ein- und ausgeschaltet werden. Wählen Sie dazu mit den Pfeiltasten ON und OFF aus. Überprüfen Sie an den Klemmen, dass sich die Signale entsprechend ändern. Hinweis: RANGE wird nicht benutzt.

7.15 Testmenü FLOW

Im Testmenü TEST > FLOW werden die sehr wichtigen Durchflusskalibrierungen bei den meisten BAM-1020 Geräten durchgeführt, siehe Kapitel 5.6. Dieses Menü ist ebenso hilfreich, um die Sensoren für die Umgebungstemperatur und den Luftdruck sowie die Regler für die Pumpe und den Durchfluss zu testen.

7.16 Testmenü ALIGN – Test der Fotodioden

Das Menü TEST > ALIGN wird benutzt, um die Fotodioden zu testen, die alle mechanischen Bewegungen im System überwachen. Dies ist nützlich, wenn das Gerät einige Selbsttests nicht bestanden hat. Die Funktion der sechs ALIGN Untermenüs sind hier beschrieben. **Hinweis**: Entfernen Sie das Filterband vor diesem Test, sonst reißt es.



Das Menü ALIGN

NOZZLE: Dieser Test prüft die beiden Fotosensoren der Bestaubungskammer. Drücken Sie die UP und DOWN Soft-Tasten, um die Kammer zu bewegen und beobachten Sie den Status der Fotodioden **S4** und **S5**.

SHUTTLE: Hier wird der Fotosensor getestet, der die beiden Transportrollen überwacht, die sich zusammen bewegen. Der Status der Fotodiode S7 sollte sich nur ändern auf ON ändern, wenn die Rollen sich bis ganz zur rechten Seite bewegt haben. Die Rollen müssen für diesen Test von Hand bewegt werden.

IDLER: Hier wird die Fotodiode getestet, die die Position der rechten Vorspannrolle (die Rolle mit der Feder auf der rechten Seite) überwacht. Wenn die Vorspannrolle in ihrer linken Position unter Federspannung befindet, müssen beide Sensoren **S6** und **S1** OFF anzeigen. Wenn die Vorspannrolle sich bis zur Mitte bewegt hat, zeigt Sensor **S1** ON und Sensor **S6** OFF an. Wenn die Rolle in der rechten Position steht, müssen S6 und S1 ON anzeigen. Die Vorspannrolle muss von Hand bewegt werden. Die Spannrolle auf der linken Seite wird nicht überwacht.

CAPSTAN: Hier werden die beiden Fotodioden getestet, die die Rotation der Welle Aufwickelspule überwachen. Das ist die Welle unterhalb der Gummitransportrollen, die das Filterband vorwärts und rückwärts bewegen. Drücken Sie die Soft-Taste ADVANCE, um die Aufwickelspule gegen den Uhrzeigersinn zu drehen, und die Taste BACKUP, um im Uhrzeigersinn zu drehen. Die Welle sollte sich um die Hälfte bei jeder Rotation bewegen. Fotodiode S8 muss ON anzeigen, um die Welle nach einer halben Umdrehung anzuhalten. Sie zeigt OFF an, während sich die Welle dreht. Es ist hilfreich, das Ende der Welle zu markieren, um die Rotation zu beobachten.

LATCH: Dieses Menü zeigt den Status der Einrastvorichtung der Transportrollen an. Wenn die Transportrollen in der oberen Position eingerastet sind, muss S9 ON anzeigen. S9 muss OFF anzeigen, wenn die Rollen nicht eingerastet sind.

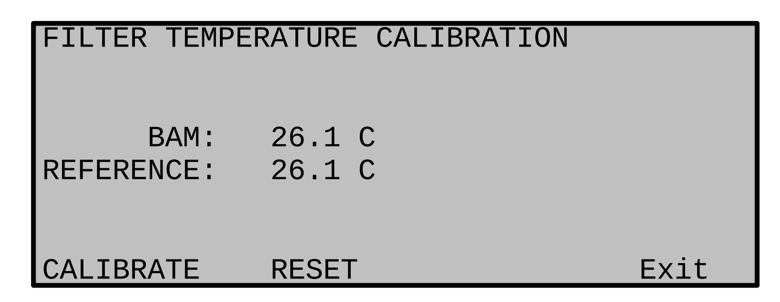
REF: Testet die Funktion der beiden Fotodioden, die die Position der Referenzmembran überwachen. Wenn die Taste EXTEND gedrückt wird, wird die Membran in den Strahlengang gefahren und Fotodiode **S2** zeigt ON, **S3** zeigt OFF an. Wenn die Taste WITHDRAW gedrückt wird, wird die Membran aus dem Strahlengang entfernt und S2 muss OFF, S3 muss ON anzeigen. Die Membran-Bewegung benötigt einige Sekunden.

7.17 Testmenü HEATER

Im Menü TEST > HEATER kann die Heizung zu Testzwecken ein- und ausgeschaltet werden. Die Heizung benötigt einige Minuten, um aufzuheizen bzw. abzukühlen. Beim Verlassen des Menüs schaltet sich die Heizung automatisch aus.

7.18 Testmenü FILTER-T– Test des Filtertemperatursensors

Das Menü TEST > FILTER-T wird normalerweise benutzt, um den Sensor für die Filtertemperatur zu kalibrieren, der sich im Luftstrom unterhalb des Filters befindet. Wenn dieses Menü aufgerufen wird, hebt der BAM die Bestaubungskammer automatisch an und schaltet die Pumpe ein. Das führt dazu, dass sich die Temperatur des Sensors an die Temperatur der Umgebungsluft angleicht. Die Heizung hat dann keinen Einfluss. Die Pumpe sollte mindestens 5 Minuten laufen, bis sich die Temperatur angeglichen hat. Drücken Sie die Taste RESET, um vorhergehende Kalibrierwerte zu löschen, geben Sie dann die Umgebungstemperatur Ihres Referenzmessgerätes im Feld REFERENCE ein und drücken Sie die Taste CALIBRATE. Die Anzeige des BAM sollte nun den gleichen Wert mit ±1 °C anzeigen. Mit der Taste RESET können die Defaultwerte wieder hergestellt werden und die Prozedur kann erneut durchgeführt werden, wenn Probleme auftreten. Älteren Modelle des BAM haben ein etwas anderes Menü für diesen Sensor.



Testmenü FILTER-T

7.19 Testmenü RH – Test des Feuchtesensors des Filterbandes

Im Menü TEST > RH wird der Feuchtesensor kalibriert, der sich im Luftstrom unterhalb des Filterbandes befindet. Dieses Menü arbeitet wie das oben beschriebene FILTER-T Menü. Lassen Sie die Pumpe mindestens 5 Minuten laufen, um das Gleichgewicht herzustellen. Drücken Sie die Taste RESET, um vorhergehende Kalibrierwerte zu löschen, geben Sie dann die relative Feuchte Ihres Referenzmessgerätes im Feld REFERENCE ein und drücken

Sie die Taste CALIBRATE. Die Anzeige des BAM sollte nun den gleichen Wert mit ±4% RH anzeigen. Mit der Taste RESET können die Defaultwerte wieder hergestellt werden und die Prozedur kann erneut durchgeführt werden, wenn Probleme auftreten. Älteren Modelle des BAM haben ein etwas anderes Menü für diesen Sensor.

8 DAS INTERFACE ZUM EXTERNEN AUFZEICHNUNGSGERÄT

Dieses Kapitel beschreibt die Konfiguration des BAM-1020 für ein separates, externes Aufzeichnungsgerät. Der BAM-1020 stellt ein zur Konzentration proportionales Analogsignal sowie eine Anzahl von Relaisausgängen zur Verfügung. Damit kann der BAM wie ein Sensor in einem System aus Datenerfassungsgeräten funktionieren. Es gibt ein Vielzahl von Aufzeichnungsgeräten, die mit dem BAM kompatibel sind, beachten Sie auch die Bedienungsanleitung Ihres Aufzeichnungsgerätes für die spezielle Konfiguration. Met One stellt Ihnen gerne ein Dokument mit Beispielen für die Setup-Einstellungen für verschiedene Aufzeichnungsgeräte zur Verfügung, die unter der Marke ESC hergestellt sind. Wenden Sie sich an den Service.

8.1 Das analoge Konzentrationsausgangssignal

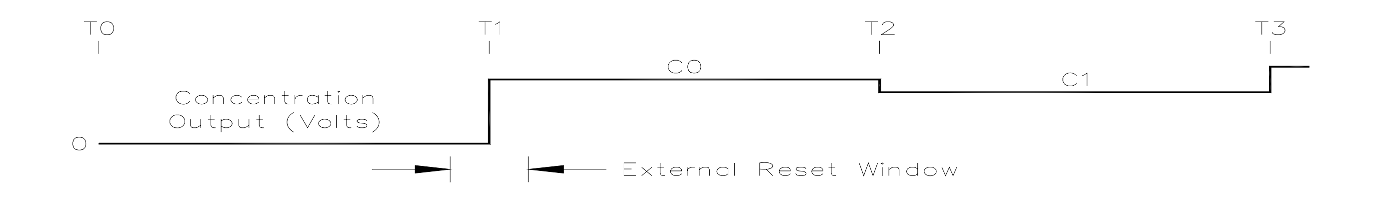
Die primäre Verbindung zwischen BAM und dem externen Aufzeichnungsgerät ist das analoge Ausgangssignal, das proportional zur Konzentration ist. Das galvanisch getrennte Ausgangssignal kann zwischen Spannung (0-1 V oder 0- 10 V DC) oder Strom (4-20 mA oder 0-16 mA) gewählt werden. Auf der Rückseite des BAM befinden sich DIP Schalter, mit denen das Ausgangssignal gemäß der Tabelle unten eingestellt wird. Der 1-Volt-Bereich ist die am häufigsten genutzte Einstellung. Der Vollausschlag des Ausgangs entspricht dem Vollausschlag des BAM-1020, der durch die Einstellungen von RANGE und OFFET festgelegt ist, siehe Kapitel 6.2. In die meisten Anwendungen wird der Analogausgang auf **0-1 V = 0 bis 1,000 mg oder 0-1 V = -0,005 bis 0,995 mg** skaliert. Wenn der Offset auf -0.015 für die $PM_{2.5}$ Messung eingestellt ist, ist die Skalierung für das Analogsignal **0-1 V = -0,015 bis 0,985 mg.** Das analoge Ausgangssignal sollte wie in Kapitel 7.2 getestet werden.

DIP Schalter	ON	OFF
SW1	0-10 V DC	0-1 V DC
SW2	4-20 mA	0-16 mA
SW3	Nicht verwendet	Nicht verwendet
SW4	Nicht verwendet	Nicht verwendet

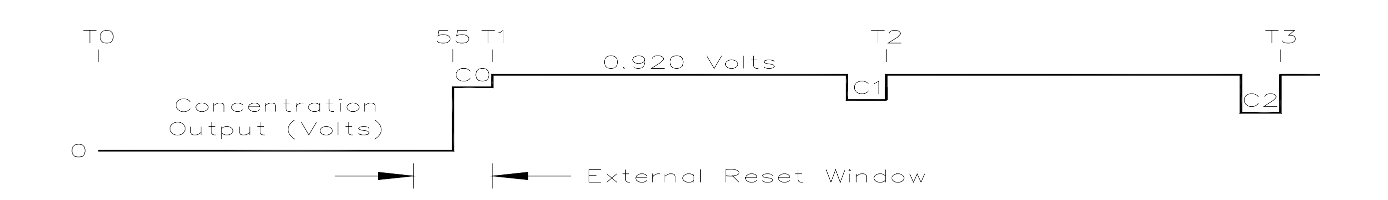
In den meisten Fällen ist das Analogsignal die einzige Verbindung zwischen BAM-1020 und dem Aufzeichnungsgerät, und jeder Fehler, dem im BAM auftritt, muss über dieses Signal mitgeteilt werden. Dazu setzt das BAM das Ausgangssignal auf den Maximalwert, wenn einer der vorgewählten Fehler auftritt. Die Fehler und deren Auswahl sind im Kapitel 6.5 beschrieben. Das externe Aufzeichnungsgerät sollte so konfiguriert sein, dass es einen Vollausschlag als Fehler erkennt und nicht als gültigen Konzentrationswert. Diese Methode wird genutzt, da es sehr selten vorkommt, dass eine Konzentration den gesamten Messbereich des BAM ausschöpft. Die digital im BAM gespeicherten Daten bleiben davon unberührt und können am Display betrachtet oder heruntergeladen werden.

8.2 Der Early Cycle Modus

Während des normalen Messzyklus wartet der BAM-1020 bis zum Beginn der nächsten Stunde, bevor der Analogausgang auf die in der abgelaufenen Stunde gemessene Konzentration gesetzt wird. Für einige Aufzeichnungsgeräte (wie ESC-Geräte) muss der Wert aber vor dem Beginn der nächsten Stunde anliegen, ansonsten wird der Wert der falschen Uhrzeit zugeordnet. Der BAM hat einen speziellen EARLY Messzyklus (einstellbar im Menü SETUP > INTERFACE), der die Messung einige Minuten eher startet und beendet, um die Konzentration über den analogen Ausgang innerhalb der letzten 5 Minuten der Stunde auszugeben. Das Aufzeichnungsgerät muss so programmiert werden, dass es den Wert in diesem Fenster ausliest. Die Uhren des BAM und des Aufzeichnungsgerätes müssen wegen der zeitkritischen Abläufe synchronisiert werden. Die folgende Abbildung zeigt das Timing des Standard- und des EARLY Messzyklus.



Beispiel STANDARD Messzyklus



Beispiel EARLY Messzyklus

Analoge Ausganswerte

C_0 repräsentiert die Konzentration, die im Intervall zwischen **T_0** und **T_1**gemessen wurde, wobei T den Beginn einer Stunde markiert (z.B. 12:00:00). Wie Sie sehen ist der Messwert für **C_0** während der ganzen nächsten Stunde verfügbar. Im Early-Modus ist der Messwert der aktuellen Stunde nur in den letzten 5 Minuten der Mess-Stunde vorhanden (Minute 55 bis 60). Zu allen anderen Zeiten ist beträgt der Wert 0,920 V.

Externes Reset Fenster

Ein externes Reset-Signal kann benutzt werden, um die Uhr des BAM mit der Uhr des externen Gerätes zu synchronisieren. Im Standard-Messzyklus liegt dieses Fenster um plus oder minus 5 Minuten um die volle Stunde. Im Early-Modus liegt das Reset Fenster dagegen zwischen Minute 50 und 60.

Die Uhr wird nicht zurückgesetzt, solange die der Zyklus die Zählung für I_3 noch nicht begonnen hat. In der Fehlerhistorie wird der Zeitpunkt des Reset-Versuches gespeichert. Wenn der Zählvorgang für I_3 läuft oder wenn die Zählung für I_3 abgeschlossen ist, wird die Messung abgebrochen. In der Fehlerhistorie wird der Zeitpunkt des Resets gespeichert. Ein abgebrochener Messzyklus setzt das Analogsignal auf den Maximalwert (1,000 im Standard-Modus bzw. 0,920 V im Early Modus).

Standard Modus, Synchronisation der Uhr:

Minute 0 bis 5: Ein Reset des externen Aufzeichnungsgerätes setzt die Uhr auf 00:00 (Minuten: Sekunden) auf die volle Stunde zurück. Wenn der Messzyklus gerade begonnen wurde, wird er fortgeführt. Ein Fehler wird nicht erzeugt, da genügend Zeit zur Verfügung steht, um den Messzyklus zu beenden.

Minute 5 bis 55: Der externe Reset hat keinen Einfluss. In der Fehlerhistorie wird der Zeitpunkt des Versuches gespeichert.

Minute 55 bis 60: Wenn der Reset nach Abschluss des kompletten Messzyklus (in der Wartezeit) erfolgt, wird kein Fehler gemeldet. Die Uhr wird auf 00:00 zur nächsten Stunde vorgestellt und ein neuer Messzyklus startet.

EARLY Modus, Synchronisation der Uhr:

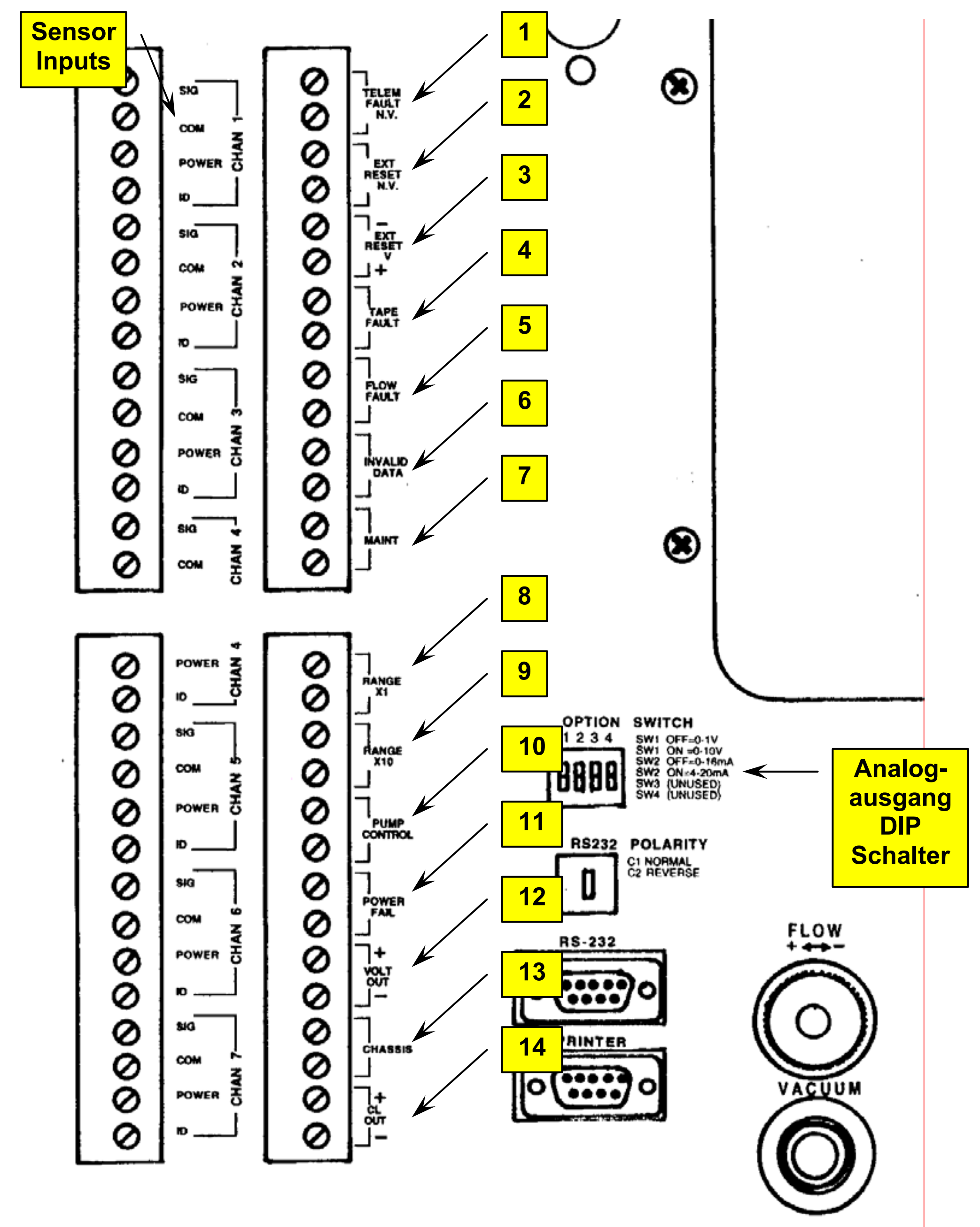
Minute 55 bis 60: Der externe Reset setzt die Uhr auf die Minute 55:00 der laufenden Stunde zurück. Ein neuer Messzyklus wird sofort gestartet. Wenn der Messzyklus bereits begonnen hat, wird er fortgeführt. Es wird kein Fehler gemeldet da genügend Zeit zur Verfügung steht, um den Messzyklus zu beenden.

Minute 0 bis 50: Der externe Reset hat keinen Einfluss. In der Fehlerhistorie wird der Zeitpunkt des Versuches gespeichert.

Minute 50 bis 55: Wenn der Reset nach Abschluss des kompletten Messzyklus (in der Wartezeit) erfolgt, wird kein Fehler gemeldet. Die Uhr wird auf 55:00 Minuten der laufenden Stunde vor gestellt und ein neuer Messzyklus startet.

8.3 Telemetrie Fehler Relais

Zusätzlich zum analogen Ausgang stehen Eingangs- und Ausgangsrelais auf der Rückseite des BAM zur Verfügung, über die das BAM von einem externen Gerät fernbedient werden kann. Die Funktion jedes Relais ist im Folgenden beschrieben. Viele dieser Relaisausgänge sind mit Fehlermeldungen des BAM verknüpft, die im Kapitel 6.5 beschrieben sind.
Hinweis: Soll der Eingang als Schaltkontakt arbeiten, müssen die beiden Klemmen des jeweiligen Kontakts kurzgeschlossen werden, in der Regel über das Relais des externen Aufzeichnungsgerätes. Das externe Gerät darf die Eingänge nicht mit Spannung oder Strom beaufschlagen. Der Schaltausgang des BAM wird über interne Relais um BAM kurzgeschlossen, ohne die Ausgänge mit Strom oder Spannung zu belasten. Das externe Aufzeichnungsgerät muss den Schaltzustand detektieren. Normally Open (Schließer) bedeutet, dass die Kontakte solange geöffnet sind, bis eine bestimmte Bedingung eintritt, während Normally Closed (Öffner) bedeutet, dass die Kontakte geschlossen sind, bis eine bestimmte Bedingung eintritt, dann werden sie geöffnet.



BAM-1020 Back Panel Relay Connections

1. **TELEM FAULT N.V.** Telemetrie Fehler, keine Spannung (Non-Voltage). Dieser Eingang kann benutzt werden, um dem BAM-1020 zu signalisieren, dass das externe Aufzeichnungsgerät nicht betriebsbereit ist. Dies ist ein Schalteingang, der für mindestens 2 Sekunden aktiviert werden muss. Wenn der Eingang aktiv ist, arbeitet der BAM weiter und setzt den Fehler „U“ (siehe Kapitel 6.5) und aktiviert das DATA ERROR Ausgangsrelais. Dieser Eingang kann als Schließer oder Öffner im Menü SETUP > INTERFACE als Öffner oder Schließer konfiguriert werden.
2. **EXT RESET N.V.** Externer Reset keine Spannung (NON Voltage). Dieser Eingang wird benutzt, um die Uhren im BAM und im externen Gerät zu

synchronisieren und wird häufig im Early Modus (siehe Kapitel 8.2) verwendet. Dies ist ein Schalteingang, der für mindestens 2 Sekunden aktiviert werden muss. Dieser Eingang kann als Schließer oder Öffner im Menü SETUP > INTERFACE als Öffner oder Schließer konfiguriert werden.

3. **EXT RESET V** Externer Reset, Spannung. Dieser Eingang hat die gleiche Funktion wie der oben beschriebene, allerdings arbeitet er nicht als Schalteingang sondern benötigt eine logische Spannung. Max. 15 mA bei 15 V oder 5 mA bei 5 V DC. Fünf Volt werden typischerweise benutzt.
4. **TAPE FAULT** Dieser Schaltausgang wird aktiviert, wenn ein Bandfehler „T" generiert wird (siehe Kapitel 6.5). Die Polarität ist Schließer (normally open).
5. **FLOW FAULT** Dieser Schaltausgang wird aktiviert, wenn ein Durchflussfehler „F" auftritt (siehe Kapitel 6.5). Die Polarität ist Schließer (normally open).
6. **INVALID DATA** Dieser Schaltausgang wird aktiviert, wenn die Fehler C, P, N, R, L, I, M, oder U auftreten (siehe Kapitel 6.5). Die Polarität ist Schließer (normally open).
7. **MAINT** Dieser Schaltausgang wird aktiviert, wenn das Wartungs-Flag „M" gesetzt ist. (siehe Kapitel 6.5). Die Polarität ist Schließer (normally open).
8. **RANGE X1** Dieser Schaltausgang wird nicht mehr unterstützt. Das Relais wird vom Smart Heater verwendet.
9. **RANGE X10** Dieser Schaltausgang wird nicht mehr unterstützt. Das Relais wird vom Smart Heater verwendet.
10. **PUMP CONTROL** Dies ist ein Niederspannungsausgang, der die Vakuumpumpe ein- oder ausschaltet. Die Polarität dieses Signals spielt keine Rolle, da der Pumpenregler eine Gleichrichterbrücke enthält. Verbinden Sie die Pumpe über das 2-adrige Kabel mit diesen Ausgangsklemmen.
11. **POWER FAIL** Dieser Schaltausgang wird aktiviert (geschlossen), wenn ein Spannungsfehler im 5 V DC System auftritt oder ein „L" Fehler auftritt (siehe Kapitel 6.5).
12. **VOLT OUT** Dies ist der analoge Ausgang zur Ausgabe des Signals für die Konzentration, typisch 0-1 V, siehe Kapitel 8.1. Die Polarität dieses Ausgangs muss beachtet werden.
13. **CHASSIS** Es gibt zwei Anschlüsse für die Schutzerde. Diese müssen am Erdungspunkt angeschlossen werden, um einen einwandfreien Betrieb des Gerätes zu gewährleisten.
14. **CL OUT** Stromausgang. Dieser Ausgang wird benutzt, wenn der analoge Wert als Stromsignal statt als Spannungssignal ausgegeben werden soll. Dieser Ausgang wird benutzt, wenn die Distanz zwischen BAM und externem Aufzeichnungsgerät groß ist. Der Ausgangsstrom kann zwischen 4-20 mA und 0-16 mA gewählt werden.

8.4 Digitales Interface zwischen Aufzeichnungsgerät und BAM-1020

Anwendungen, in denen digitale Daten zwischen BAM-1020 und anderen digitalen Aufzeichnungsgeräten, z.B. DR DAS™ und CR-1000™ oder anderen Modellen, ausgetaucht werden, werden immer häufiger. Das erfordert in der Regel ein gewisses Maß an Programmiererfahrung mit dem jeweiligen externen Aufzeichnungsgerät. Digitale Daten des BAM können entweder über die serielle 2-Wege RS-232 Schnittstelle oder über die serielle RS-232 Druckerschnittstelle (nur Ausgabe) ausgelesen werden. Es gibt mehrere Fallstricke,

die in Betracht gezogen werden müssen, wenn die digitalen Daten des BAM-1020 mit einem externen Gerät aufgezeichnet werden sollen.

Die einfachste Art, die digitalen Daten mit einem externen Gerät aufzuzeichnen, besteht in der Konfiguration der Druckerschnittstelle auf ein festes Datenformat wie in Kapitel 9.5 und 9.4 beschrieben. Das BAM-1020 gibt dann am Ende der Stunde die Messdaten automatisch als Datensatz mit fester Länge aus. Das externe Gerät muss so programmiert sein, das es auf diesen Datensatz wartet und ihn dann entsprechend weiter verarbeitet.

Alternativ kann das externe Gerät so programmiert werden, dass es die Daten vom BAM-1020 anfordert, ähnlich wie beim Auslesen der Daten mit einem PC, siehe Kapitel 9.4. Normalerweise werden an das BAM die entsprechenden Befehle gesendet, die den BAM veranlassen, die Daten im CSV-Format 6,3 (neue Daten seit dem letzten Download) oder 6,4 (Daten des letzten Messzyklus) zu senden. Das externe Gerät muss die Daten empfangen und entsprechend weiterverarbeiten.

Die wichtigste Überlegung, die in diesem Fall betrachtet werden muss, ist die Tatsache, dass der BAM die Konzentration nur einmal pro Stunde misst und während anderer Zeiten (vor allem am Beginn und am Ende des Messzyklus) das Filterband bewegt und mechanische Justagen vornimmt und während dieser Zeit keine Datentransfers durchführen kann, da der Prozessor beschäftigt ist, siehe Kapitel 4. Die beste Lösung ist daher, das externe Gerät so zu programmieren, dass es die Daten vom BAM etwa in der Mitte des Messzyklus anfordert, z.B. zwischen Minute 25 und Minute 50. Dies ist vor allem dann wichtig, wenn große Datenmengen heruntergeladen werden sollen, da es über 10 Minuten dauern kann, bis alle Daten aus dem Gerät übertragen sind. Wenn sich der Datentransfer mit mechanischen Bewegungen überschneidet, wird die Datenübertragung für einige Sekunden unterbrochen oder sogar ganz abgebrochen. Kleine Datenmengen (wie der Messwert der letzten Stunde) werden sehr schnell übertragen und können zu fast allen Zeiten während des Messzyklus erfolgen, solange das Timing sorgfältig beachtet wird. Es wird dringend empfohlen, die Uhr des BAM regelmäßig mit der Uhr des externen Gerätes zu synchronisieren, um Probleme wegen Zeitabweichungen zu vermeiden.

Wenn das externe Gerät so programmiert ist, dass es während der gesamten Stunde Daten von BAM-1020 anfordert, werden mit Sicherheit einige Anfragen in jeder Stunde wegen der durchgeführten Bewegungen durch den BAM ignoriert.

Met One stellt Ihnen gerne ausführliche Informationen und Unterstützung zur Verfügung, um effektive Programmierungen für den Betrieb bestimmter digitaler Aufzeichnungsgeräte mit dem BAM zu entwickeln. Wir sind auch an Lösungen interessiert, die unsere Kunden gefunden haben, um dieses Interface einzubinden. Setzen Sie sich mit dem Service in Verbindung.

9 RS-232 SERIELLES INTEFACES – DATENABFRAGE



Diese Kapitel beschreibt die Methoden, um Daten aus dem BAM über die serielle Schnittselle abzurufen. Das Gerät verfügt über eine 2-Wege Schnittstelle, die mit einem Computer, Laptop, Modem oder digitalen Datenlogger genutzt werden kann. Außerdem steht eine konfigurierbare Druckerschnittstelle zur Verfügung, über die die Daten nur ausgegeben werden könne. Der Zugriff auf die Daten über das serielle Interface ist einfach.

9.1 Anschluss und Konfiguration des seriellen Interfaces

Die serielle RS-232 Schnittstelle auf der Rückseite des BAM wickelt den Datentransfer ab, kann aber auch zur Konfiguration und Statusanzeige benutzt werden. Die Schnittstelle kann auch mit einem optionalen Modem oder für Fernsteuerung über die Telefonleitung verwendet werden (siehe Kapitel 9.6)

Anschluss eines Desktop Computers: Der BAM-1020 kann an nahezu jeden handelsüblichen PC angeschlossen werden, der über eine RS-232 Schnittstelle verfügt (COM1 bis COM4). Schließen Sie die serielle Schnittstellt auf der Rückseite des BAM an den COM Port des Rechners mit einem 9-poligen Null Modem Kabel an (Buchse-Buchse) (Das Belkin F3B207-06 Kabel wird empfohlen und ist über Met One beziehbar). **VORSICHT**: Verwechseln Sie die parallele Druckerschnittstelle oder den Video-Adapter mit dem seriellen Anschluss an Ihrem Computer. Wenn Sie den BAM mit einem dieser Anschlüsse verbinden, können der BAM und Ihr Computer beschädigt werden. Wenn Sie nicht sicher sind, schauen Sie in der Bedienungsanleitung Ihres Computers nach.

Anschluss eines Laptops: Der BAM-1020 kann an die meisten Laptops angeschlossen werden. Die meisten älteren Laptops haben eine reguläre 9-polige serielle Schnittstelle, wie Desktop Computer. Die meisten neueren Laptops benötigen einen Konverter. Die einfachste und kostengünstigste Möglichkeit ist ein USB-to-RS-232 Adapter. Met One empfiehlt den Belkin F5U109, erhältlich bei Met One oder im Handel. Sie benötigen ebenfalls ein 9-poliges RS-232 Kabel (Buchse-Buchse). Einige Laptops haben Schwierigkeiten, über diesen Adapter zu kommunizieren. Met One empfiehlt, keine Schnittstellenadapter der Marke Radio Shack zu verwenden. Eine andere Option ist ein RS-232 PCMCIA Adapter, z.B. Quatech SSP-100, der in einen Erweiterungsslot im Laptop eingesteckt wird und einen seriellen Anschluss für den BAM zur Verfügung stellt, für ausführliche Informationen www.quatech.com.

Kommunikationseinstellungen: Der BAM-1020 kommuniziert mit einer Übertragungsrate von 9600 Baud, 8 Datenbits, No Parity, ein Stopp-Bit. Die Default-Einstellung von 9600 Baud kann geändert werden. Die BAM-Einstellung müssen mit denen im Menü SETUP > SAMPLE übereinstimmen. Wenn Probleme bei der Kommunikation auftreten, ändern Sie die Polarität mit dem Schalter auf der Rückseite des BAM. Dieser dreht die Polaritäten der TX und RX Leitungen (2&3) und funktioniert als Null Modem. Hinweis: Der BAM-1020 muss im Hauptmenü oder im Menü OPERATE stehen, damit die Kommunikation stattfinden kann. In allen anderen Menüs ist die serielle Schnittstelle deaktiviert. Andererseits werden das Display und die Tastatur während der seriellen Übertragung deaktiviert.

9.2 Met One Kommunikationssoftware

Der BAM-1020 ist kompatibel mit vielen Kommunikationsprogrammen von Met One.

MicroMet® Plus: Ein leistungsfähiges Datenerfassungsprogramm für meteorologische Anwendungen, das konfigurierbar ist, so dass alle Daten vom BAM-1020 gesammelt und verarbeitet werden können.
Comet™: Ein einfach zu bedienendes Kommunikationsterminal, das Daten von Met One Dataloggern, BAM-1020 eingeschlossen, abrufen kann. Dieses Programm ersetzt die ältere TUS (Terminal Utiliy Software).

9.3 Daten mit dem HyperTerminal herunterladen

Die Daten des BAM-1020 können über die serielle Schnittstelle mit dem HyperTerminal® oder ähnlichen einfachen Terminal Programmen heruntergeladen werden. Fast alle PCs, die unter Microsoft Windows 95® oder höher laufen, haben das HyperTerminal Programm integriert. Dieses Kapitel beschreibt, wie dieses Programm konfiguriert werden muss, um mit dem BAM zu kommunizieren. **Hinweis**: Der BAM-1020 muss sich im Hauptmenü befinden, um die Kommunikation zu starten.

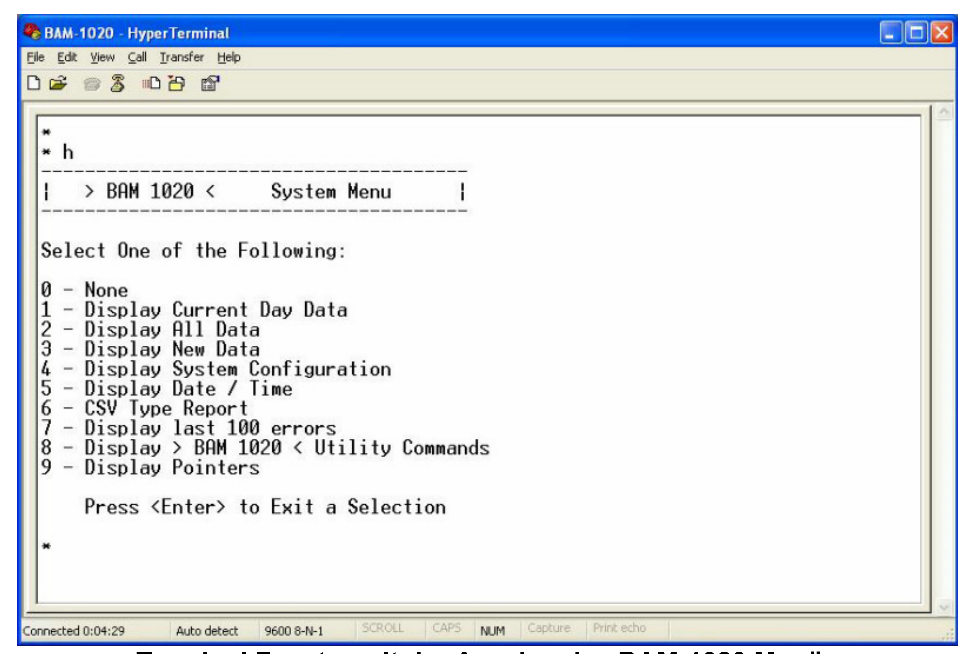
1. Schließen Sie die RS-232 Schnittstelle des BAM an Ihren Computer oder Laptop mit einem passenden Kabel an. Verwenden Sie COM1, falls verfügbar.
2. Öffnen Sie das HyperTerminal. (normalerweise zu finden unter Programme\Zubehör\Kommunikation). Das Programm fragt Sie nach dem Namen der Verbindung. Geben Sie „BAM-1020“ oder einen Namen Ihrer Wahl ein, klicken Sie dann auf OK.
3. Das „Verbinden“ Fenster öffnet sich. Wählen Sie COM1 (oder einen anderen freien Port) aus der Drop-Down-Liste aus. Klicken Sie auf OK. Hinweis: Sie können hier auch die Konfiguration für die Anwahl über ein Modem setzen.
4. Das Fenster „COM Einstellungen“ wird geöffnet. Setzen Sie die folgenden Parameter, Klicken Sie auf Übernehmen und OK

Bits per second:	**9600**
Data bits:	**8**
Parity:	**None**
Stop bits:	**1**
Flow control:	**None**

5. Das Hauptmenü des HyperTerminal Programms sollt nun geöffnet sein. Drücken Sie die ENTER-Taste dreimal. Das Fenster sollte mit einem Sternchen (*) anzeigen, das das Programm die Verbindung zum BAM-1020 hergestellt hat.
6. Wenn die Kommunikation hergestellt ist, drücken Sie die Taste h. Damit sollte der Bildschirm des BAM System Monitors, wie unten dargestellt, erscheinen. Nun können Sie jede Zeichen aus dem Menü eingeben, um den entsprechenden Datensatz abzurufen. Die Menüoptionen werden im anschließenden Abschnitt erklärt.
7. Das HyperTerminal zeigt nur 100 Zeilen im Datenfenster an. Um größere Datenmengen (wie alle Datensätze) zu übertragen, wählen Sie Übertragen Y Text aufzeichnen aus der Liste aus. Geben Sie ein Ziel für die Datei an, klicken Sie dann

auf Start. Die gewünschten Daten werden empfangen und automatisch in der Textdatei abgespeichert.

8. Wenn Sie das Programm HyperTerminal schließen, werden Sie gefragt, ob Sie die Verbindung speichern wollen. Klicken Sie auf JA. Im HyperTerminal Verzeichnis wird eine Datei mit dem Namen BAM-1020.ht angelegt, in der die Einstellungen gespeichert werden. Nutzen Sie dies für die weiteren Verbindungen mit dem BAM.



Terminal Fenster mit der Anzeige des BAM-1020 Menüs

Windows 95® und HyperTerminal® sind eingetragene Warenzeichen der Hersteller.

9.4 System Menü Datenbeschreibung

Wenn die serielle Verbindung mit dem BAM wie oben hergestellt ist, haben Sie Zugriff auf das System Menü des BAM-1020. Jede Nummer von 0-9 stellt eine andere Datei dar, die Sie herunterladen können. Jede Datei wird unten beschrieben. Um die gewünschte Datei auszuwählen, geben Sie einfach die entsprechende Nummer auf Ihrer Tastatur ein. **Hinweis**: Nach ein paar Minuten Wartezeit bricht das BAM die Verbindung ab und Sie müssen die Verbindung neu aufbauen, in dem Sie erneut ein „h“ senden.

Datei 1: Anzeige der Messwerte des aktuellen Tages

In dieser Datei sind nur die Messdaten des aktuellen Tages abgespeichert. Ein Beispiel einer solchen Datei ist unten abgebildet. Die erste Spalte enthält die Zeit, gefolgt von einer Reihe von Strichen. Jeder Strich ist ein Platzhalter für einen möglichen Fehler. Wenn ein Fehler gespeichert wurde, steht der entsprechende Buchstabe in diesem Feld. In diesem Beispiel ist um 7:00 Uhr ein „L“ Fehler (Spannungsfehler) aufgetreten. Um 8:00 Uhr wurde ein „M“ Fehler aufgezeichnet, um anzuzeigen, dass der Nutzer in dieser Stunde eine Wartungsroutine durchgeführt hat.

Die nächste Spalte enthält die Konzentration. Beachten Sie, dass alle Werte, in den Stunden in denen ein Fehler auftrat, auf den Maximalwert gesetzt wurden. Das indiziert ungültige

Daten. Die Spalte Qtot ist der Gesamtdurchfluss für diese Stunde. Bei einer Durchflussrate von 16,7 lpm und einer Sammelzeit von 50 Minuten ergibt sich ein Wert von 0.843 m^3 pro Stunde (16.7 * 50 / 1000 = .8335). Die restlichen 6 Spalten sind die sechs Dateneingänge des BAM. In diesem Beispiel wurde die relative Feuchte an Kanal 4 und die Umgebungstemperatur (AT) an Kanal 6 aufgezeichnet. Die restlichen 4 Kanäle sind nicht angeschlossen, werden aber trotzdem ausgegeben. (Die Daten, die in diesen Kanälen erscheinen, stellen nur Rauschen dar.)

Report for 04/22/2005 - Day 112 > BAM 1020 < Station ID: 1

Channel				01	02	03	04	05	06
Sensor		Conc	Qtot	WS	no	WS	RH	WS	AT
Units		mg/m3	m3	KPH	V	MPS	%	KPH	C
01:00	------------	0.010	0.834	019.6	0.012	000.3	00017	132.2	008.7
02:00	------------	0.009	0.834	019.9	0.012	000.3	00018	132.1	007.4
03:00	------------	0.011	0.834	019.8	0.012	000.3	00018	132.1	006.5
04:00	------------	0.011	0.833	020.0	0.012	000.3	00018	132.1	006.1
05:00	------------	0.012	0.833	019.8	0.012	000.3	00018	132.1	005.3
06:00	------------	0.011	0.834	020.1	0.012	000.3	00018	132.0	005.6
07:00	----L------	0.995	0.000	020.3	0.012	000.3	00018	132.0	007.4
08:00	---M------	0.995	0.000	019.8	0.012	000.3	00017	132.1	009.4
09:00	------------	0.008	0.833	019.9	0.012	000.3	00015	132.2	012.5
10:00	------------	0.003	0.834	019.5	0.012	000.3	00014	132.2	016.2
11:00	------------	0.007	0.833	019.5	0.012	000.3	00013	132.2	019.7
12:00	------------	0.011	0.833	019.5	0.012	000.3	00012	132.0	020.7
13:00	------------	0.008	0.833	019.1	0.011	000.3	00010	132.0	021.9
14:00	------------	0.010	0.833	019.2	0.011	000.3	00010	131.9	022.3
15:00	------------	0.020	0.833	019.1	0.011	000.3	00011	132.0	020.9
16:00	------------	0.011	0.834	019.3	0.011	000.3	00012	132.1	018.7
17:00	------------	0.010	0.833	019.5	0.012	000.3	00012	132.2	017.9
18:00	------------	0.010	0.833	019.4	0.012	000.3	00012	132.1	017.1
19:00	------------	0.010	0.834	019.4	0.012	000.3	00014	132.2	015.3
20:00	------------	0.007	0.833	019.6	0.012	000.3	00015	132.1	014.4
21:00	------------	0.006	0.834	019.5	0.012	000.3	00017	132.1	013.3
22:00	------------	0.006	0.834	019.7	0.012	000.3	00021	132.0	011.2
23:00	------------	0.005	0.833	019.6	0.012	000.3	00023	132.0	010.0
00:00	------------	0.011	0.834	019.9	0.012	000.3	00017	132.2	009.5
Savg		0.009	0.833	019.7	0.012	000.3	00015	132.1	013.2
Vavg		0.000	0.000	000.0	0.000	000.0	00000	000.0	000.0

Data Recovery 100.0 %

Datei 1 Beispiel eines Datensatzes

Datei 2: Alle Daten anzeigen

Diese Datei lädt alle Daten, die im BAM gespeichert sind, herunter. Das Format ist das gleiche wie oben beschrieben. Stellen Sie sicher, dass Sie „Text aufzeichnen" angewählt haben (siehe Kapitel 9.3), wenn Sie diese Datei über das HyperTerminal herunterladen, da die Datei sehr groß sein kann.

Datei 3: Neue Daten anzeigen

Diese Datei enthält die Datensätze, die nach dem letzten Download abgespeichert wurden. Hilfreich, um doppelte Datensätze in der Datenbank zu vermeiden. Im BAM wird ein Flag gesetzt, das anzeigt, wo der letzte Download beendet wurde.

Datei 4: Systemkonfiguration

Diese Datei enthält eine Liste der meisten Einstellungen und Kalibrierwerte des BAM-1020 wie unten dargestellt. Dies ist nützlich, um die Setupdaten eines ferngesteuerten BAM zu kontrollieren und um sie, falls notwendig, zum Hersteller zu senden. Der Report wurde aktualisiert und umformatiert. Im Folgenden wird ein Beispiel eines neuen Systemreports dargestellt. Ältere Firmware gibt einen etwas anders formatierten Bericht aus.

```
BAM 1020 Settings Report
06/07/2007  14:19:45
     Station ID, 1
       Firmware, 3236-02 3.2.5
              K, 01.000
           BKGD, 00.000
            usw, 00.301
            ABS, 00.805
          Range, 1.000
         Offset, -0.015
          Clamp, -0.015
     Conc Units, mg/m3
      Conc Type, ACTUAL
             Cv, 01.000
             Qo, 00.000
      Flow Type, ACTUAL
     Flow Setpt, 0016.7
       Std Temp, 25
      Temp Mult, 1.0000
      Pres Mult, 1.0000
      Flow Mult, 1.0000
High Flow Alarm, 20
 Low Flow Alarm, 10
      Heat Mode, AUTO
       Heat OFF, 20
        RH Ctrl, YES
       RH SetPt, 35
         RH Log, YES
        DT Ctrl, NO
       DT SetPt, 99
         DT Log, NO
     BAM Sample, 42
     MET Sample, 60
     Cycle Mode, STANDARD
 Fault Polarity, NORM
 Reset Polarity, NORM
    Maintenance, OFF
   EUMILRNFPDCT
   000000000000
             AP, 000150
      Baud Rate, 9600
 Printer Report, 2
             e3, 00.000
             e4, 15.000

        Channel,      1,       2,       3,       4,       5,       6,
      Sensor ID,    255,     255,     255,     255,     255,     255,
     Channel ID,    255,     255,     255,     255,     255,     255,
           Name,  XXXXX,   XXXXX,   XXXXX,   XXXXX,   XXXXX,   XXXXX,
          Units,    XXX,     XXX,     XXX,     XXX,     XXX,     XXX,
           Prec,      0,       0,       0,       0,       0,       0,
```

```
    FS Volts,   1.000,   1.000,   1.000,   1.000,   1.000,   1.000,
        Mult,   1.000,   1.000,   1.000,   1.000,   1.000,   1.000,
      Offset,   0.000,   0.000,   0.000,   0.000,   0.000,   0.000,
 Vect/Scalar,       S,       S,       S,       S,       S,       S,
   Inv Slope,       N,       N,       N,       N,       N,       N,
```

Datei 4 Beispiel eines Systemreports

Datei 5: Datum und Zeit

Diese Datei enthält das Datum, die Uhrzeit und die Seriennummer des BAM-1020.

Datei 6: CSV Typ Report

Dieser Befehl erlaubt die Auswahl von drei Formaten, die die Werte durch Kommata getrennt übertragen (Comma-Separated-Values), die mit den Ziffern unten angewählt werden. Jede Datei enthält dieselben Datensätze wie oben beschrieben, außer dass die Werte in jeder Spalte durch Kommata getrennt sind. Damit kann die Datei direkt in Microsoft Excel® oder anderen Tabellenkalkulationsprogrammen geöffnet werden. Dies ist das empfohlene Format für die Datenübertragung. Stellen Sie sicher, dass Sie „Text aufzeichnen" angewählt haben, wenn Sie große Datenmengen über das HyperTerminal herunterladen. CSV-Reports werden auch häufig benutzt, wenn die Daten von einem externen Aufzeichnungsgerät heruntergeladen werden. Folgende Liste zeigt alle verfügbaren CSV-Formate:

2 – Display All Data	(Alle Daten)
3 – Display New Data	(Daten seit dem letzten Download)
4 – Display Last Data	(Daten der letzten Stunde)
5 – Display All Flow Stats	(Alle Daten des Durchfluss-Status)
6 – Display New Flow Stats	(Daten des Durchfluss-Status seit dem letzten Download)
7 – Display All 5 Min Flow	(5 Minuten Mittelwert aller Daten)
8 – Display New 5-Min Flow	(5 min Mittelwert der Daten seit dem letzten Download)

Beispiel eines CSV Reports der letzten Messung:

Das folgende Beispiel zeigt den Download eines CSV Reports der letzten Messung des BAM-1020. Der Download dieser Datei setzt den Datenzeiger nicht zurück.

1. Eine Serie von drei Carriage Returns wird zum BAM über die serielle Schnittstelle gesendet.
2. Nach den 3 Carriage Returns antwortet der BAM mir einem Stern (*), um anzuzeigen, dass die Kommunikation aufgebaut ist. Wenn der BAM gerade das Filterband bewegt, meldet er „BUSY". Wenn sich der BAM nicht in einem der OPERATION Menüs befindet, antwortet er gar nicht.
3. Eine einzelne Ziffer „6" wird zum BAM gesendet, um die Datei 6 (CSV) anzufordern.
4. Der BAM antwortet mit den unten dargestellten Menüoptionen, die mit „>" enden. Das System, das die Daten empfängt, kann das Menü ignorieren.
5. Eine einzelne Ziffer „4" wird zum BAM gesendet, um die Datei 4, „Letzte Daten" anzufordern.
6. Der BAM antwortet mit der Stationsnummer (in diesem Fall 5), dann folgt der Header, dann die Datensätze.

Die Daten enthalten den Datums-/Zeitstempel, die Konzentration der letzten Stunde (CONC), das Durchflussvolumen für die letzte Stunde (Qtot) und die Daten aller sechs individuellen meteorologischen Sensoren. Die Bezeichnungen für die Kanäle können sich ändern, werden aber immer mit übergeben, unabhängig davon ob Sensoren angeschlossen sind oder nicht. In diesem Beispiel beginne die sechs Kanäle mit „WS“ und enden mit „AT“. Am Ende des Datensatzes werden zwölf Fehlerbits gesendet, jedes repräsentiert einen anderen möglichen Fehler. „0“ indiziert, dass kein Fehler dieses Typs aufgetreten ist, „1“ indiziert einen Fehler. In diesem Beispiel sind die Fehlerbit für „M“ und „T“ high, die Anzeigen, dass das Gerät außer Betrieb ist und dass das Filterband zu Ende ist.

```
* 6
CSV Type Reports

2 - Display All Data
3 - Display New Data
4 - Display Last Data

5 - Display All Flow Stats
6 - Display New Flow Stats

7 - Display All 5-Min Flow
8 - Display New 5-Min Flow

>4 - Display CSV Data
Station,  5
Time,Conc(mg/m3),Qtot(m3),WS(MPS),WD(DEG),BP(mm),RH(%),Delta(C),AT(C),E,U,M,I,L,R,N,F,P,D,C,T
01/30/08 16:00,  0.084, 0.834, 0.0,0,0,30,57.0,27.1,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,1,
```

Beispiel eines CSV Reports der letzten Messung

Beispiel eines CSV Reports für neue Daten:

Diese Datei enthält alle Datensätze, die seit dem letzten Download gespeichert wurden, und setzt den Datenzeiger zurück. Im folgenden Beispiel werden die Datensätze genauso formatiert wie oben beschrieben, außer dass die Datei 3, „Neue Daten“ abgerufen wird. Die Daten starten mit dem ersten Datensatz nach dem letzten Sendevorgang, in diesem Beispiel 2. Oktober 2007 um 17:45 Uhr. In diesem Beispiel war der Parameter MET SAMPLE so eingestellt, dass alle 15 Minuten die meteorologischen Daten gespeichert wurden. Die Konzentration wird einfach bis zur nächsten Stunde wiederholt.

```
* 6
CSV Type Reports

2 - Display All Data
3 - Display New Data
4 - Display Last Data

5 - Display All Flow Stats
6 - Display New Flow Stats

7 - Display All 5-Min Flow
8 - Display New 5-Min Flow

>3 - Display CSV Data
```

```
Station,  5
Time,Conc(mg/m3),Qtot(m3),WS(MPS),WD(DEG),BP(mm),RH(%),Delta(C),AT(C),E,U,M,I,L,R,N,F,P,D,C,T
10/02/07 17:45,  0.001, 0.700, 0.110,0,0,36,1.3,23.0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
10/02/07 18:00,  0.001, 0.700, 0.127,0,0,38,1.4,23.2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
10/02/07 18:15,  0.001, 0.700, 0.130,0,0,38,1.2,23.6,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
10/02/07 18:30,  0.001, 0.700, 0.110,0,0,36,1.1,23.5,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
10/02/07 18:45,  0.001, 0.700, 0.110,0,0,37,1.2,24.0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
10/02/07 19:00,  0.003, 0.700, 0.127,0,0,38,1.1,24.6,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,
10/02/07 19:15,  0.003, 0.700, 0.129,0,0,38,1.1,24.8,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
10/02/07 19:30,  0.003, 0.700, 0.109,0,0,37,0.9,24.0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
```

Beispiel eines CSV Reports der neuen Daten

Die Durchfluss-Statistik-Felder im CSV Menü werden unten beschrieben. Diese Daten sind nur bei Modellen verfügbar, die als FEM $PM_{2.5}$ Geräte konfiguriert sind. Ein BX-596 Sensor ist erforderlich.

Feld	Beschreibung
Start	Startzeit der Sammelperiode des BAM
Elapsed	Abgelaufenen Messzeit
Flow	Mittelwert der Durchflussrate während der Sammelperiode.
CV	Koeffizient der Varianz der Durchflussrate über die Sammelperiode
Volume	Gesamtdurchfluss während der Sammelperiode
Flag	Warnung „Durchflussrate außerhalb des Regelbereichs“
AT	Mittelwert der Umgebungstemperatur während der Sammelperiode.
AT Min	Minimum der Umgebungstemperatur während der Sammelperiode.
AT Max	Maximum der Umgebungstemperatur während der Sammelperiode.
BP	Mittelwert des Umgebungsdrucks während der Sammelperiode.
AT Min	Minimum des Umgebungsdrucks während der Sammelperiode.
AT Max	Maximum des Umgebungsdrucks während der Sammelperiode.

Die 5-Minuten Mittelwerte der Durchflussstatistik sind unten beschrieben. Diese Daten sind nur bei Modellen verfügbar, die als FEM $PM_{2.5}$ Geräte konfiguriert sind. Ein BX-596 Sensor ist erforderlich.

Feld	Beschreibung
Time	Zeitstempel des Ereignisses in Sekunden seit dem 1. Januar 1970 00:00:00
Flow	Minuten-Mittelwert der Durchflussrate während der Sammelperiode
AT	Minuten-Mittelwert der Umgebungstemperatur während der Sammelperiode
BP	Minuten-Mittelwert des Umgebungsdrucks während der Sammelperiode

Datei 7: Anzeige der letzten 100 Fehler

Diese Datei enthält das Datum, die Zeit und eine Beschreibung jedes Fehlers der letzten 100 gespeicherten Fehler. Diese Datei ist hilfreich bei der Fehlersuche und wird häufig durch den Met One Techniker angefordert, wenn ein Service erforderlich ist.

Datei 8: Anzeige der > BAM-1020 < Befehle

Diese Datei enthält eine Liste der ASCII Befehle, die zum BAM -1020 über die serielle Schnittstelle gesendet werden können, um bestimmte Parameter zu konfigurieren und eine erweiterte Diagnose durchzuführen. Die meisten dieser Befehle werden vom normalen Bediener nicht verwendet ohne eine Unterstützung durch einen Met One Techniker. Einige dieser Befehle erfordern ein Passwort für den Zugriff. Das Passwort ist dasselbe, das durch die Funktionstastenreihenfolge um SETUP Menü benötigt wird (das Default Passwort ist F1 F2 F3 F4). Der entsprechende Befehl wird zum BAM gesendet, um die Funktion aus der Tabelle unten auszuführen.

Befehl	Funktion
a	**Konfiguration der Druckerschnittstelle.** Dieser Befehl legt fest, was an der 2. Seriellen Schnittstelle ausgegeben wird. Das Senden dieses Befehls ruft das folgende Untermenü auf: 1 – Printer Port (Default) 2 – Standard Diagnostic Port 3 – Factory Diagnostic Port 4 – Comma Separated Data Output Port
c	**Löschen des Datenspeichers.** Dieser Befehle löscht alle Messdaten aus dem Speicher! Passwort erforderlich.
d	**Datum ändern.** Setzt das Datum des Gerätes. Passwort erforderlich.
e	**Anzeigen der HEX EEPROM Setup Einstellungen.** Zeigt die speziellen Speicherorte an, in denen die Setup-Daten gespeichert sind. Nur Diagnose
f	**Werkseitiger Kalibriertest.** Wird nur bei der Werkskalibrierung verwendet!
h or ?	**Display System Menü.** Dies ist der Befehl, um die Optionen für das herunterladen der Dateien anzeigt. Machen Sie sich mit diesem Befehl vertraut.
i	**Display ID Werte.** Zeigt die Identifikationsnummern (ID Code) der meteorologischen Sensoren für die Diagnose an
m	**Display Hex Data Speicherwerte.** Zeigt die Speicherplätze für Diagnosezwecke an.
p	**Datenzeiger ändern.** Nur werkseitig genutzt.
q	**Display Station ID.** Zeigt die Stationsnummer des Gerätes an.
t	**Uhrzeit einstellen.** Setzt die Uhr des Gerätes. Passwort erforderlich.
b	**XMODEM Data Download**. Dieser Befehl erlaubt den binären Datentransfer des Gerätespeichers. Nur Download. Benötigt Software Handshake. Nur in Verbindung mit spezieller Software möglich, nicht über Terminal Software. Nur für fortgeschrittene Benutzer.
r	**XMODEM Real-Time Werte Download.** Dieser Befehl wird nur von spezieller Software verwendet, um die Momentanwerte der Sensoren, Alarme und Einstellungen zu laden. Benötigt Software Handshake. Nur für fortgeschrittene Benutzer.
x	**XMODEM EEPROM Werte Download.** Dieser Befehl erlaubt ein schnelles scannen des nicht-flüchtigen Speichers für Diagnosezwecke. Nur für fortgeschrittene Benutzer.
z	**Enable Konzentrationsreport zur Druckerschnittstelle.** Konfiguriert die Druckerschnittstelle, um einen Report der Konzentration mir feste Breite am Ende des Messzyklus auszugeben, z.B. für externe Aufzeichnungsgeräte

Datei 9: Display Zeiger
Diese Datei enthält den aktuellen Status des Datenspeichers. Die aktuelle Position des Pointers und die Anzahl der belegten Speicherplätze werden angezeigt. Selten benutzt.

9.5 Druckerschnittstelle

Die Druckerschnittstelle auf der Rückseite des BAM ist eine RS-232 Schnittstelle, über die nur Daten ausgegeben werden können. Die Daten könne an einen angeschlossenen seriellen Drucker oder einen Computer für Diagnosezwecke ausgegeben werden. Die Druckerschnittstelle kann mit dem Befehl „a“ über die serielle Hauptschnittstelle konfiguriert werden (siehe Kapitel 9.4). Die Ausgabe kann auf die Formate Daten für die Druckausgabe, Daten mit fester Breite oder eine der beiden Diagnose-Modi gesetzt werden. Die Diagnose-Modi werden nur von den Met One Service Technikern genutzt.

Eine neue Konfiguration wurde zur Druckerschnittstelle hinzugefügt, die einen Konzentrations-Datensatz mit fester Breit am Ende jedes Messzyklus. Dieser Datensatz kann von einem externen Aufzeichnungsgerät verwendet werden. Diese Einstellung wird mit dem Befehl „z“ über die serielle Hauptschnittstelle gesetzt. Das Ausgabeformat ist Datum, Zeit, Konzentration und Durchflussvolumen wie unten angezeigt.

Format in mg/m3 ist: **mm/dd/yy hh:mm:ss,+99.999,+9.999**
Format in µg/m3 ist: **mm/dd/yy hh:mm:ss,+999999,+9.999**

Wenn der BAM im STANDARD Messzyklus arbeitet, wird der Datensatz am Beginn der nächsten Stunde ausgegeben. Wenn z.B. ein Messzyklus über 2 Stunden aufgenommen wurde, ist das Format

03/28/07 03:00:00, +00.027,+0.834

Wenn der BAM im EARLY Messzyklus arbeitet, wird der Datensatz in Minute 55:00 der aktuellen Stunde ausgegeben. Wenn z.B. ein Messzyklus über 2 Stunden aufgenommen wurde, ist das Format

03/28/07 02:55:00, +00.027,+0.834

9.6 Modem Option

Das BX-966 Modem wird für den BAM empfohlen, das es im Gegensatz zu anderen Modems für eine stabile Kommunikation ausgelegt ist. Hinweis: Der RS-232 Polaritäts-Schalter auf der Rückseite des Gerätes muss ggf. auf REVERSE Polarität gesetzt werden. Wenn Sie ein Met One Datenerfassungsprogramm wie MicroMet Plus oder MicroMet AQ verwenden, müssen Sie nur die Telefonnummer des Standorts im System Setup Menü eingeben. Es können mehrere Telefonnummern für mehrere Standorte eingegeben werden.
Wenn Sie die Verbindung über ein Terminal-Programm wie HyperTerminal® oder ProComm Plus® herstellen, müssen Sie die Konfiguration der seriellen Schnittstelle im Setup des Programms eingeben. Setzte Sie die Baudrate auf 9600, mit 8 Datenbits, No Parity, und 1 Stopp-Bit. Nutzen Sie die interne Wählsequenz des Terminal Programms um die Verbindung

zum BAM herzustellen. Wenn die Verbindung hergestellt ist, erfolgt der Zugriff auf den BAM mit demselben Menü wie bei der direkten Verbindung an einen PC.

9.7 Flash Firmware Upgrades

Das BAM-1020 kann nun Flash Firmware Upgrades durchführen. Das erlaubt es dem Bediener im Feld das Flash EEPROM über die serielle Schnittstelle mit dem Flash Upgrade Befehl zu reprogrammieren. Geräte mit einer Firmware ab Version 3.0 und höher können so aktualisiert werden. Wenn das Gerät momentan eine Version unter 3.0 hat, muss das EEPROM durch den Flash-kompatiblen Baustein ersetzt werden. Die folgenden Schritte müssen durchgeführt werden, wenn die Firmware aktualisiert oder des EEPROM ausgetauscht werden soll:

1. Laden Sie alle Messdaten und die Fehlerhistorie herunter, bevor Sie mit der Aktualisierung beginnen. Die Daten werden durch die Aktualisierung gelöscht!
2. Notieren Sie den OFFSET Wert im Menü SETUP > SAMPLE und den BKGD Wert im Menü SETUP > CALIBRATE. Ein Download der Setup-Einstellungen wird empfohlen.
3. Aktualisieren Sie die Firmware.
4. Die Baudrate wird auf den Defaultwert von 38400 gesetzt. Ändern Sie die Baudrate falls notwendig.
5. Kalibrieren Sie die Sensoren für die Filtertemperatur und die relative Feuchte des Filters.
6. Setzen Sie die Werte für OFFSET, CONC UNITS, und COUNT TIME im SETUP > SAMPLE Menü.
7. Setzen Sie die Werte für CONC TYPE, FLOW TYPE, und BKGD im SETUP > CALIBRATE Menü. Kontrollieren Sie alle anderen Einstellungen des BAM, um sicherzustellen, dass die Werte korrekt sind.

10 ZUBEHÖR UND ERSATZTEILE

10.1 Verbrauchsmaterial, Ersatzteile und Zubehör

Die folgenden Teile sind von Met One für die Wartung, den Austausch, den Service und für Upgrades verfügbar. Wenn Sie sich nicht sicher sind, welches Teil Sie benötigen, setzten Sie sich mit der Serviceabteilung in Verbindung. Einigen dieser Teile erfordern technische Fähigkeiten oder spezielle Überlegungen vor dem Einbau.

Beschreibung	Artikel-Nr.	Abbildung
Verbrauchsmaterial		
Rolle Filterband, Glasfiber, 60+ Tage pro Rolle 30 mm x 21 m	**460130**	
Wattestäbchen für die Reinigung der Bestaubungskammer, 100 Stk. Solon #362	**995217**	
Werkzeuge		
BAM-1020 Wartungswerkzeugsatz: Enthält Abstandsscheibe für die Bestaubungskammer, Federwaage, Abstandhalter Rolle, Werkzeug zum Ausbauen des Filtersensors	**BX-308**	
Gummidichtung für Kammer Lecktest	**7440**	
Membran Einheit, Ersatzteil, 0.800 mg/cm²	**8069**	
Membran Einheit, Mittlere Dichte, 0.500 mg/cm²	**BX-301**	
Massendurchfluss Kalibriersatz, 0-20 SLPM	**BX-303**	
Lufteinlass Adapter zur Durchflusskalibrierung (Lecktest Ventil) Enthält kurzes Einlass-Rohr	**BX-305**	
Nullluft Kalibriereinheit, mit Ventil Benötigt für PM2.5 FEM Überwachung Wie BX-305 aber mit 0.2 micron Filter	**BX-302**	

Kalibriersatz für volumetrischen Luftdurchsatz (BGI Delta Cal™) Durchfluss-, Temperatur- und Druckstandards Met One empfohlenes Durchflussmessgerät	**BX-307**	

Pumpen und Pumpenteile

Pumpe, Medo, 115 VAC, 50/60 Hz, Low Noise	**BX-126**	
Pumpe, Medo, 230 VAC, 50/60 Hz, Low Noise	**BX-127**	
Pumpe, Gast, Rotationspumpe, 100 VAC, 60 Hz	**BX-123**	
Pumpe, Gast, Rotationspumpe, 115 VAC, 50/60 Hz	**BX-121**	
Pumpe, Gast, Rotationspumpe, 230 VAC, 50 Hz	**BX-122**	
Pumpe, Gast, Rotationspumpe, 230 VAC, 60 Hz	**BX-124**	
Schalldämper, Medo/Gast Pumpe, Ersatzteil	**580293**	
Pumpe Wartungssatz, Gast	**680828**	
Pumpe Wartungssatz, Medo	**680839**	
Pumpe Service Kit, Filter Ersatzteil, Medo	**8588**	
Pumpe Controller (Relais Modul) Medo/Gast	**BX-839**	

Durchflusskomponenten

Durchflussmesser, Masse, 0-20 LPM, interne Baugruppe	**80324**	
Baugruppe Durchflussregler, nur Ersatzteil	**8776**	
Automatische Durchflussregler, Upgrade Satz	**BX-961**	
Filter Baugruppe, Pisco In-line	**580291**	
Filterelement, Pisco In-line	**580292**	
Filter Temperatur und RH Sensor Satz	**BX-962**	
Filter RH Sensor zum Austausch	**9278**	
Filter Temperatur Sensor zum Austausch	**9279**	
Bestaubungskammer, Edelstahl, Ersatzteil	**8009**	
Feder Bestaubungskammer, Ersatzteil	**2998**	
O-Ring, Bestaubungskammer	**720066**	
O-Ring, Anpassungsstück Einlass, 2 benötigt	**720069**	
O-Ring Satz, BAM	**9122**	

Pumpenschlauch, transparent, 10 mm A.D., 6.5 mm I.D. Polyurethan, 7,5 m Rolle Standard	**960025**	

Elektrische und elektronische Teile

Display, LCD, Front	**2823**	
Platine, CPU	**3230-8**	
Platine, Interface	**3250-1**	
Platine, Rückseitige Anschlüsse	**3260-1**	
Sicherung, BAM-1020, 3.15A, 250V, 5x20 mm, 2 Stk. benötigt	**590811**	
Motor, mit Getriebe, 4 RPM	**8105-1**	
Motor, mit Getriebe, 10 RPM	**8106-1**	
Netzteil, 115 VAC, 60 Hz	**BX-115**	
Netzteil, 115 VAC, 50 Hz	**BX-116**	
Netzteil, 230 VAC, 60 Hz	**BX-230**	
Netzteil, 230 VAC, 50 Hz	**BX-231**	
Netzteil, 100 VAC, 60 Hz	**BX-100**	
Netzteil, 100 VAC, 50 Hz	**BX-101**	

Einlässe

PM10 Lufteinlass – EPA Style	**BX-802**	
TSP Lufteinlass, mit Insektenschutz	**BX-803**	
PM2.5 Sharp Cut Zyklon	**BX-807**	
PM2.5 Very Sharp Cut Zyklon, BGI Inc. VSCC™ Benötigt für PM2.5 FEM Überwachung	**BX-808**	
PM2.5 WINS Impaktor	**BX-804**	
Lufteinlass System – Dachdurchführung, mit wasserdichtem Flansch, Probenahmerohr und Winkeln. Spezifizierte Länge, 2,4 m Standard	**BX-801**	

Kopplungsstück für Probenahmerohr, mit O-Ringen, verbindet zwei Rohre, Probenahmerohr separate erhältlich	**BX-821**	
Probenahmerohr Verlängerung, 1,2 m, mit Rohrverbindung und Rohr	**BX-822**	
Probenahmerohr Verlängerung, 2,4 m, mit Rohrverbindung und Rohr	**BX-823**	
Rohr, Aluminium, 2,4 m Standard	**8112**	
Probenahmerohr, Länge kundenspezifisch X = Länge in Fuß, max. 8 Fuß pro Rohr	**8112-X**	
Smart Heater Option, 115 VAC	**BX-827**	
Smart Heater Option, 230 VAC	**BX-830**	
Smart Heater Upgrade Kit, 115VAC	**9307**	
Smart Heater Upgrade Kit, 220VAC	**9308**	
BAM Lufteinlass Reinigungssatz Enthält Zugseil, Rohrbürste, Mikrofaser Tücher, reinigungsbürste, O-Ring Fett, Baumwoll-Applikator, zur Reinigung der PM10 und PM2.5 Einlässe	**BX-344**	
O-Ringe, Zyklon, Set mit 6 Stk.	**720097**	
O-Ringe, PM10 Kopf, Set mit 3 Stk.	**8965**	

Meteorologische Sensoren

590 Windrichtungs-Sensor, Auto ID	**BX-590**	
591 Windgeschwindigkeits-Sensor, Auto ID	**BX-591**	
592 Umgebungstemperatur-Sensor	**BX-592**	
593 Umgebungsfeuchte-Sensor	**BX-593**	
594 Umgebungsdruck-Sensor, Auto ID	**BX-594**	
595 Sonnstrahlung- Sensor, Auto ID	**BX-595**	
596 AT/BP Combo Sensor Benötigt für PM2.5 FEM Überwachung	**BX-596**	

Real-Time Modul (RTM), BAM Einlass-Partikel-Sensor	**BX-894**	

Kommunikationskomponenten und Verschiedenes

Serieller Drucker	**BX-601**	
Konverter für Drucker mit Parallelschnittstelle	**BX-602**	
Modem	**BX-996**	
Serielles Kabel, 1,8 m, DB-9 Buchse/Buchse, null, BAM bis PC	**400658**	
Belkin F5U109 USB-to-RS-232 Adapter	**550067**	
Aussenaufstellungsgehäuse, beheizt, Mfg by Shelter One	**BX-902**	
Aussenaufstellungsgehäuse, klimatisiert Mfg by Ekto. Erhältlich mit 2000 oder 4000 BTU A/C.	**BX-903** **BX-904**	

10.2 Konfiguration der Sensoren Baureihe 500

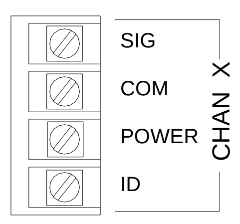
Der BAM-1020 verfügt über sechs Anschlüsse auf der Rückseite zum Anschluss externer Sensoren. Die Sensoren der Baureihe 500 sind meteorologische Sensoren, die direkt kompatibel zu den Anschlüssen sind. Jeder Sensor ermöglicht eine automatische Identifikation (AUTO ID) über eine Signalleitung, über die jeder Sensor eine für diesen Sensor charakteristische Spannung anbietet. Wenn ein Sensor an den BAM angeschlossen ist, detektiert dieser die Spannung und konfiguriert den Kanal automatisch, um die Daten des Sensors mit der richtigen Skalierung einzulesen.

Die meisten BAM-1020 Geräte sind mit mindestens dem Umgebungstemperatur-Sensor BX-592 an Kanal 6 ausgestattet, da die Umgebungstemperatur notwendig ist, um den Volumenfluss zu bestimmen. Wenn der BAM für PM2.5 Messungen eingesetzt wird, ist der Sensor BX-596 notwendig. Dieser ist eine Kombination aus Temperatur und Luftdruck-Sensor, der an Kanal 6 und 7 angeschlossen wird und die von der EPA verlangten Umgebungstemperatur- (AT) und barometrischen Druckmessungen (BP) durchführt.

Die Skalierungen und Setup Einstellungen der Serie 500- Sensoren sind in der Tabelle unten aufgelistet. Das Gerät setzt diese Parameter automatisch im SETUP > SENSORS Menü. Der Parameter ID MODE muss auf AUTO gesetzt werden, um die Sensoren zu erkennen, bzw. auf MANUAL gesetzt werden, um die Einstellungen zu ändern.

Serie 500 Sensoren, Setup Parameter								
Modell	**Typ**	**Einheit**	**Bereich**	**Mult**	**Offset**	**FS VOLT**	**S/V**	**Inv Slope**
BX-590	WD	Deg	0 to 360	360	0	1.0	V	N
BX-591	WS	mph	0 bis 100	100	0	1.0	S	N
		m/s	0 bis 44.704	44.70	0	1.0	S	N
BX-592	AT	^{0}F	-22 bis +122	144	-22	1.0	S	N
		^{0}C	-30 bis +50	80	-30	1.0	S	N
BX-593	RH	%	0 bis 100	100	0	1.0	S	N
BX-594	BP	inHg	20 bis 32	6	26	1.0	S	N
		mmHg	508.0 bis 812.8	152.40	660.40	1.0	S	N
		mbar	677.1 bis 1083.6	203.19	880.46	1.0	S	N
BX-595	SR	Ly/ min	0 bis 2	2	0	1.0	S	N
		W/M2	0 bis 2000	2000	0	1.0	S	N
BX-596	AT/BP	^{0}C	-40 bis +55	95	-40	2.5	S	N
		mmHg	525 bis 825	300	525	2.5	S	N





BAM-1020 Rückseite, Sensor Eingangsklemmen

Serie 500 Sensoren, Anschluss an den BAM-1020

BX-590 Windrichtungs-Sensor	
Klemmblock	**Adernfarbe**
SIG	Gelb
COM	Schwarz / Schirm
POWER	Rot
ID	Grün

BX-591 Windgeschwindigkeits-Sensor	
Klemmblock	**Adernfarbe**
SIG	Gelb
COM	Schwarz / Schirm
POWER	Rot
ID	Grün

BX-592 Umgebungstemperatursensor	
Klemmblock	**Adernfarbe**
SIG	Gelb
COM	Schwarz / Schirm
POWER	Rot
ID	Grün

BX-593 Relative Feuchte Sensor	
Klemmblock	**Adernfarbe**
SIG	Gelb
COM	Schwarz / Schirm
POWER	Weiß
ID	Rot

BX-594 LuftdruckSensor	
Klemmblock	**Adernfarbe**
SIG	Weiß
COM	Schwarz / Schirm
POWER	Rot
ID	Gelb

BX-595 Solar Radiation Sensor	
Klemmblock	**Adernfarbe**
SIG	Gelb
COM	Schwarz / Schirm
POWER	Rot
ID	Grün

BX-596 Temperatur/Druck Combo Sensor	
Klemmblock	**Adernfarbe**
Channel 6 SIG	Gelb
Channel 6 COM	Schwarz / Schirm
Channel 6 POWER	Rot
Channel 6 ID	Grün
Channel 7 SIG	weiß

Hinweise:

- BX-592 wird immer an Kanal 6 angeschlossen, wenn der Sensor zur Durchflussregelung genutzt wird.
- BX-592 oder BX-596 werden für die Istwert-Durchflussregelung benötigt.
- BX-596 wird für die PM2.5 Überwachung benötigt, Vorschrift seit März 2007.

Installation:

Die Sensoren der Baureihe 500 werden in der Regel in der Nähe des BAM Probenahmerohrs mit einem kurzen Stützkreuz und dem entsprechenden Befestigungsmaterial befestig. Die Sensoren können auch in der Nähe des Stativs befestigt werden, wie das Modell 905.

11 THEORIE und MATHEMATISCHE ANALYSE

Wenn hoch-energetische Elektronen aus dem radioaktiven Zerfall von C^{14} (Kohlenstoff 14) mit Materie wechselwirken, verlieren sie ihre Energie und werden manchmal von der Materie absorbiert. Diese hoch-energetischen Elektronen werden als Beta-Strahlung bezeichnet und der Prozess als Beta-Absorption. Wenn Materie zwischen die radioaktive ^{14}C Quelle und das Gerät zur Detektion der Beta-Teilchen gehalten wird, werden Beta-Teilchen absorbiert und / oder ihre Energie vermindert. Dadurch sinkt die Anzahl der detektierten Beta-Teilchen. Die Höhe der Verminderung ist eine Funktion der Masse der absorbierenden Materie zwischen der 14C Beta-Quelle und dem Detektor.

Die Anzahl der Beta-Teilchen, die durch die absorbierende Materie, wie Staub auf einem Filterband, hindurchtreten, nimmt annähernd exponentiell mit der Masse, durch die die Teilchen hindurch müssen, ab. Gleichung 1 zeigt diese Beziehung.

Gleichung 1

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

In Gleichung 1 ist I die gemessene Intensität der abgeschwächten Beta-Strahlung (Teilchen pro Zeiteinheit) (staub-beladenes Filterband), I_0 ist die gemessene Intensität der ungedämpften Beta-Strahlung (sauberes Filterband). μ ist die Fläche des absorbierenden Materials (cm²/g) und x ist die Massendichte des absorbierenden Materials (g/cm²).

Gleichung 1 ähnelt sehr dem Lambert-Beer ‘schen Gesetz, das in der Spektroskopie verwendet wird. So wie das Lambert-Beer’sche Gesetz den Idealfall der Beobachtung darstellt, ist auch Gleichung 1 eine idealisierte Vereinfachung der tatsächlichen Prozesse, um die korrespondierende Mathematik zu vereinfachen. Nichtsdestotrotz, die Experimente zeigen, dass in gut designten Messgeräten wie dem BAM-1020 die Benutzung dieser Gleichung keine substantiellen Fehler hervorruft.

Gleichung 1 kann nach x aufgelöst werden, der Massendichte der absorbierenden Materie. Dies führt zu Gleichung 2

Gleichung 2

$$-\frac{1}{\mu}\ln\left[\frac{I}{I_0}\right] = \frac{1}{\mu}\ln\left[\frac{I_0}{I}\right] = x$$

In der Praxis wird die Absorptionsfläche experimentell während der Kalibrierung bestimmt. Wenn I und I_0 experimentell gemessen sind, ist es einfach, x, die Massendichte zu berechnen.

In der Praxis wird die Umgebungsluft mit einer konstanten Durchflussrate (Q) für eine spezifizierte Zeitspanne Δt gesammelt. Diese Luft wird durch einen Filter mit der Oberfläche A geleitet. Wenn x, die Massendichte der gesammelten Partikel, bestimmt ist, ist es möglich, die Konzentration der Partikel (µg/cm³) mit Gleichung 3 zu berechnen.

Gleichung 3

$$c\left(\frac{\mu g}{m^3}\right) = \frac{10^6 A(cm^2)}{Q\left(\frac{liter}{min}\right)\Delta t(min)\mu\left(\frac{cm^2}{g}\right)}$$

In Gleichung 3 ist c die Konzentration der Partikel in der Umgebungsluft (µg/cm³), A ist die Querschnittsfläche auf dem Filterband, auf der die Partikel gesammelt werden (cm²), Q ist die Rate, mit der die Partikel auf dem Filterband gesammelt werden (Liter/Minute) und Δt ist die Sammelperiode (Minuten). Mit der Kombination dieser Formeln ergibt sich die endgültige Formel zur Berechnung der Konzentration von Partikeln in der Umgebungsluft. Das ist Gleichung 4.

Gleichung 4

$$c\left(\frac{\mu g}{m^3}\right) = \frac{10^6 A(cm^2)}{Q\left(\frac{liter}{min}\right)\Delta t(min)\mu\left(\frac{cm^2}{g}\right)} \ln\left(\frac{I_0}{I}\right)$$

Der Schlüssel zum Erfolg des Beta-Absorptions-Monitors beruht auf der Tatsache, dass µ, die Querschnittsfläche für die Absorption, nahezu unabhängig von der Art der Materie ist, die gemessen wird. Das macht den BAM-1020 unempfindlich gegen die chemische Zusammensetzung des gesammelten Probenmaterials.

Es ist lehrreich, eine konventionelle Fehlerfortpflanzung auf Gleichung 4 anzuwenden. Daraus kann man ein Gleichung für den relativen Messfehler (σ_c/c) als Funktion der Unsicherheit in jedem Parameter aus Gleichung 4 berechnen. Das führt zu Gleichung 5.

Gleichung 5

$$\frac{\sigma_c}{c} = \sqrt{\frac{\sigma_A^2}{A^2} + \frac{\sigma_Q^2}{Q^2} + \frac{\sigma_t^2}{t^2} + \frac{\sigma_\mu^2}{\mu^2} + \frac{\sigma_I^2}{I^2 \ln\left[{I}/{I_0}\right]^2} - \frac{\sigma_{I_0}^2}{I_0^2 \ln\left[{I}/{I_0}\right]^2}}$$

Die Untersuchung von Gleichung 5 eröffnet viele Dinge. Die relative Unsicherheit der Messung (σ_c/c) nimmt ab (Verbesserung) wenn die Querschnittsfläche auf dem Filterband (A), die Durchflussrate (Q), die Sammelzeit (t), die Absorptionsfläche (µ) und I und I_0 zunehmen.

In der Praxis wird die Unsicherheit, die mit der Filterfläche (σ_A/A) verknüpft ist, minimiert, wenn sich das Filterband immer in der exakt gleichen Position für die Messung von I0 und der Messung von I befindet. Sorgfältiges Design des Transportmechanismus und der Filterbandregelung innerhalb des BAM-1020 minimieren den Fehler an dieser Stelle.

Die Unsicherheit in der Durchflussrate (σ_Q/Q) wird durch die sorgfältige Regelung des Durchflusses durch das Messgerät minimiert. Bei BAM Geräten mit manuellem Regelventil liegt dieser Wert in der Größenordnung von ±3%. Für BAMs mit Durchflussregler vermindert sich (σ_Q/Q) auf ±1%.

Der relative Fehler durch die Unsicherheit in der Absorptionsfläche (σ_μ/μ) resultiert aus der kleinen Variation als Funktion der chemischen Zusammensetzung der Materie, die gemessen wird. In der Regel liegt dieser Fehler in der Größenordnung von ±2-3%, mit vernünftiger Wahl des kalibrierten Wertes für µ.

Die Unsicherheit bei der Messung von I und I0 hat mit dem physikalischen Prozess zu tun, der zur Emission von Beta-Teilchen aus der 14C Quelle führt. Dieser Prozess folgt der Poisson-Statistik. Die Poisson-Statistik zeigt, dass die Unsicherheiten in der Messung von I (σ_I/I) und I_0 (σ_{I0}/I_0) durch die Verlängerung der Messzeit vermindert wird. Mathematische Analysen zeigen, dass eine Verdopplung der Messzeit und damit Verdopplung der Intensitäten I oder I_0 die Unsicherheit der Messung um den Faktor 1,14 (Wurzel aus 2) reduziert.

11.1 Konvertierung der Daten zwischen EPA Standard und tatsächlichen Bedingungen

Wie in diesem Handbuch beschrieben, kann der BAM die Konzentration entweder mit den Istwerten oder unter der Annahme der Standardbedingungen für Temperatur und Druck bestimmen. In einigen Fällen ist es notwendig, ältere Messdaten unter Standardbedingungen auf tatsächliche Bedingungen umzurechnen oder umgekehrt. Hinweis: Temperaturen werden in Kelvin (°C + 273) und Druck in mmHg angegeben.

Gleichung 6

$$C_{std} = C_{amb} * (P_{std} / P_{amb}) * (T_{amb} / T_{std})$$

Gleichung 6 wird benutzt, um die Standard-Konzentration (C_{std}) aus den Umgebungs-Konzentrationsdaten (C_{amb}) mit dem Umgebungsdruck und der Umgebungstemperatur (P_{amb} und T_{amb}) zu berechnen, die im gleichen Messzyklus gemessen wurden. P_{std} und T_{std} sind die Standardwerte für Umgebungsdruck und Umgebungstemperatur. Diese Werte sind gemäß EPA festgelegt auf 760 mmHg und 298 K (25 °C). Hinweis: In anderen Ländern können diese Werte abweichen.

Gleichung 7

$$C_{amb} = C_{std} * (P_{amb} / P_{std}) * (T_{std} / T_{amb})$$

Gleichung 7 wird benutzt, um die berechnete Konzentration unter Umgebungsbedingungen (C_{amb}) aus den Standard-Konzentrationsdaten (C_{std}) zu berechnen. Dazu müssen die gültigen Daten für Umgebungstemperatur und Druck für die betrachtete Messperiode zur Verfügung stehen.

Beispiel: Der BAM hat eine Konzentration von 27 µg unter Standard-EPA Bedingungen (298 K und 760 mmHg) berechnet, aber Sie benötigen die Konzentration unter Berücksichtigung der tatsächlichen Umgebungsbedingungen. Der tatsächliche Mittelwert der Temperatur in der fraglichen Stunde lag bei 303 K, der Mittelwert des Drucks war 720 mmHg.

$$C_{amb} = C_{std} * (P_{amb} / P_{std}) * (T_{std} / T_{amb})$$
$$C_{amb} = 27 * (720/760) * (298/303)$$
$$C_{amb} = 27 * 0.9474 * 0.9835$$
$$\mathbf{C_{amb} = 25.1\ \mu g}$$

BAM-1020 Prüf- und Wartungsprotokoll

Modell:	**BAM-1020**	**Serien-Nr.:**	
Prüfdatum:		**Prüfer:**	

Durchflussregelung			
Referenzmessgerät Durchfluss:	Modell:	Serien-Nr:	Kalibrierdatum:
Referenzmessgerät Temperatur:	Modell:	Serien-Nr:	Kalibrierdatum:
Referenzmessgerät Luftdruck:	Modell:	Serien-Nr:	Kalibrierdatum:

Lecktest-Wert: vorher: lpm nachher: lpm

		BAM	Ref. Std.		BAM	Ref. Std.	
Umgebungstemperatur:	vorher:	C	C	nachher:	C	C	N/A ☐
Luftdruck:	vorher:	mmHg	mmHg	nachher:	mmHg	mmHg	
Durchflussrate (volumetrisch):	vorher:	lpm	lpm	nachher:	lpm	lpm	N/A ☐
Durchflussrate (EPA Standard):	vorher:	lpm	lpm	nachher:	lpm	lpm	N/A ☐

Mechanik						
Schalldämpfer sauber:	vorher ☐	nachher ☐	PM10 Partikelfalle:	vorher ☐	nachher ☐	N/A ☐
Bestaubungskammer sauber:	vorher ☐	nachher ☐	PM10 Sammelgefäß:	vorher ☐	nachher ☐	N/A ☐
Filterband Stützkreuz sauber:	vorher ☐	nachher ☐	PM10 Insektenfilter sauber:	vorher ☐	nachher ☐	N/A ☐
Welle Spule sauber:	vorher ☐	nachher ☐	PM2.5 Partikelfalle:	vorher ☐	nachher ☐	N/A ☐
Gummitransportrollen sauber:	vorher ☐	nachher ☐	Probenahmerohr Dichtung OK:	vorher ☐	nachher ☐	
Chassis Erdung installiert:	vorher ☐	nachher ☐	Probenahmerohr senkrecht zum BAM:	vorher ☐	nachher ☐	

Analog Spannungsausgang N/A ☐

DAC Menü	BAM Ausgangsspannung	Logger Spannung Input
0.000 V	V	V
0.500 V	V	V
1.000 V	V	V

Membran

letzte m (mg):	
ABS (mg):	
Differenz (mg):	
% Differenz:	

Durchflussbereich

Durchfluss Soll	BAM Ist
15.0 LPM	
16.7 LPM	
18.3 LPM	

Setup und Kalibrierwerte

Parameter	erwartet	gesetzt	Parameter	erwartet	gesetzt	Parameter	erwartet	gesetzt
Uhr Zeit/Datum			FLOW TYPE			AP		
RS232			Cv			FRl		
STATION #			Qo			FRh		
RANGE			ABS			Password		
BAM SAMPLE			µ sw			Cycle Mode		
MET SAMPLE			K Factor			RH Control		
OFFSET			BKGD			RH Setpoint		
CONC UNITS			STD TEMP			Datalog RH		
COUNT TIME			HEATER			Delta-T Control		
FLOW RATE			e1			Delta-T Setpoint		
CONC TYPE			Errors			Datalog Delta-T		

Letzte 6 Fehler in BAM-1020 Fehlerhistorie

Fehler	Datum	Zeit	Fehler	Datum	Zeit
1			4		
2			5		
3			6		

Bemerkungen:

NOTIZEN:

BX-596 AT/BP
SENSOR
BEDIENUNGSANLEITUNG



Met One Instruments, Inc
1600 Washington Blvd.
Grants Pass, Oregon 97526
Telephone 541-471-7111
Facsimile   541-541-7116

Über dieses Handbuch:

Der BX-596 ist eine Option als Kombination von Umgebungstemperatur Sensor und Luftdruck Sensor für den Anschluss an einen BAM-1020 Schwebstaubmonitor. Der BX-596 Sensor ist ein notwendiges Zubehör für alle BAM-1020, mit denen Staubkonzentrationen nach $PM_{2.5}$ gemessen werden sollen, das gilt ab März 2007. Der Sensor überträgt Temperatur- und Luftdruckdaten zum Messgerät zur Regelung der tatsächlichen (volumetrischen) Durchflussrate und der Durchflussstatistik währen des Probenahme-Intervalls. Der BX-596 ist nur mit BAM-1020 Firmware Version 3.2.4 oder höher kompatibel. Dieses Handbuch beschreibt die Installation und Bedienung des BX-596 Sensors. Beachten Sie auch die Bedienungsanleitung des BAM-1020.
Das Modell BX-596-1 ist eine Version mit erweitertem Messbereich für besonders kalte oder besonders hohe Umgebungen.



BX-596 Temperatur/Druck Sensor, installiert an einem BAM-1020 Probenahmerohr

Technische Daten:

BX-596	Barometrischer Luftdruck	Umgebungstemperatur
Spannungsausgang:	0 bis 2,5 V	0 bis 2,5 V
Bereich:	525 bis 825 mmHg	-40 bis +55 °C
Genauigkeit:	±0,25 mmHg @ 25 °C	± 1,5 °C über -30 °C
ID Spannung:	3,50 V DC ± 0,02	

BX-596-1	Barometrischer Luftdruck	Umgebungstemperatur
Spannungsausgang:	0 bis 2,5 V	0 bis 2,5 V
Bereich:	400 bis 825 mmHg	-50 bis +50 °C
Genauigkeit:	±1,5 mmHg	± 1,5 °C Full Scale
ID Spannung:	4,10 V DC ± 0,02	

Installation und Setup:

Stellen Sie sicher, das der BAM-1020 ordnungsgemäß nach den Anweisungen in der Bedienungsanleitung installiert ist.

Während die Installation benötigen Sie einen Zugang für das BX-590 Sensorkabel zum Messcontainer, in dem der BAM installiert ist. In einigen Fällen ist es am einfachsten, ein Loch mit einem Durchmesser von 3/8“ (ca. 9,5 mm) in das Dach des Messcontainers in einem Abstand von etwa 6“ (152 mm) zum Probenahmerohr zu bohren, dann das Kabel hindurchzuführen und das Loch anschließend abzudichten, um Lecks zu vermeiden.

Möglicherweise gibt es in einigen Anwendungen einen besseren Weg, das Kabel in den Messcontainer zuführen. Des BX902/903 Außenaufstellungsgehäuse von Met One hat vorgefertigte Durchführungen an der Seite, um das Sensorkabel zum BAM-1020 zu führen. Entscheiden Sie, welches die beste Möglichkeit ist, das Kabel in den Messcontainer zu führen. Längere Kabel können bei Bedarf angefordert werden.

Entfernen Sie den PM10 Lufteinlass und das PM2.5 Zyklon von der Spitze des BAM Probenahmerohrs. Befestigen Sie den BX-596 mit der mitgelieferten Halterung (etwa 8 bis 10“ (ca. 200 bis 254 mm) unterhalb der Spitze) am Probenahmerohr. Richten Sie den Sensor waagerecht aus und ziehen Sie die Schrauben fest an.

Schalten Sie den BAM-1020 aus. Stecken Sie dann das Sensorkabel am Stecker am Boden des BX-596 ein. Führen Sie das Kabel in den Messcontainer zur Rückseite des BAM-1020. Rollen Sie das Kabel auf. Schließen Sie das Kabel an der Rückseite des BAM wie in der folgenden Tabelle dargestellt an.

BX-596 AT/BP Sensor-Anschluss		
Kabelfarbe	**Funktion**	**BAM Klemme**
Gelb	AT[1)] Signal Output	Kanal 6 SIG
Schwarz / Schirm	Masse	Kanal 6 COM
Rot	+12 VDC	Kanal 6 POWER
Grün	Auto ID Signal 3,50V	Kanal 6 ID
Weiß	BP[2)] Signal Output	Kanal 7 SIG

[1)] AT = Umgebungstemperatur (ambient temperature)
[2)] BP = barometrischer Luftdruck (barometric pressue)

Reinstallieren Sie den PM_{10} Lufteinlass und das $PM_{2.5}$ Zyklon und dichten Sie die Durchführung des Kabels mit Silikon ab.

Betrieb:

Wenn der BAM-1020 mit installiertem BX-596 eingeschaltet wird, erkennt das Gerät automatisch die ID Spannung des Sensors und konfiguriert Kanal 6 und 7, um die Ausgangsspannung des Sensors einzulesen und zu skalieren. **Hinweis**: Der BX-596 Sensor benötigt BAM-1020 Firmware ab Revision 3.2.0 oder später. Die Version BX-596-1 mit erweitertem Messbereich benötigt BAM-1020 Firmware 3.6.2 oder höher. Wenn die Firmware nicht auf dem aktuellen Stand ist, erkennt der BAM-1020 den Sensor nicht automatisch.
Schalten Sie den BAM-1020 ein und führen Sie die Kalibrierung des BX-596 durch. Hinweis: Die Kalibrierung erfolgt im Menü TEST > FLOW und kann erst durchgeführt werden, wenn der

Parameter FLOW TYPE im Menü SETUP > CALIBRATE auf ACTUAL gesetzt ist. Sie benötigen ein Referenz-Standard-Messgerät für die Umgebungstemperatur und den barometrischen Luftdruck.

```
MULTIPOINT FLOW CALIBRATION
            TARGET    BAM      STD
<CAL>     AT:          23.8    23.8 C
          BP:           760     760 mmHg
      FLOW 1: 15.0    15.0    15.0 LPM
      FLOW 2: 18.3    18.3    18.3 LPM
      FLOW 3: 16.7    16.7    16.7 LPM
  CAL       NEXT      DEFAULT    EXIT
```

1. Rufen Sie das Menü TEST > FLOW auf (siehe oben). Die Bestaubungskammer senkt sich automatisch beim Aufruf des Menüs ab. In Spalte „BAM“ wird der Messwert angezeigt, der vom BAM-1020 für jeden Parameter gemessen wird. In der Spalte „STD“ geben Sie den korrekten Wert Ihres Referenz-Standards ein. Das <CAL> Symbol wird neben dem Parameter angezeigt, der kalibriert werden soll.
2. Messen Sie die Temperatur in der Nähe des BX-596 Sensors mit Ihrem Referenz-Messgerät. Geben Sie den Referenzmesswert in der Spalte STD mit den Pfeiltasten ein. Drücken Sie die Hotkey-Taste CAL, um den Messwert des BAM zu korrigieren. Der BAM-Messwert und der STD Wert stimmen nun überein.
3. Drücken Sie die Taste NEXT, um das <CAL> Symbol auf das Feld BP (Barometrischer Luftdruck) zu setzten, und wiederholen Sie die Schritte für den Luftdruck.

Mit der Taste DEFAULT können Sie die eingegebenen Kalibrierwerte des angewählten Parameters löschen und die werkseitigen Werte wieder herstellen. Die DEFAULT Kalibrierung sollte in den meisten Fällen nahe genug an den vom BAM gemessenen Werten liegen.

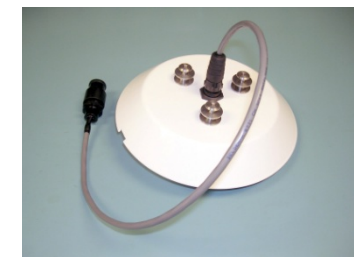
Der BX-596 wird in fast allen Anwendungen als Teil der BAM-1020 Durchflussregelung kalibriert. Kalibrieren Sie die Temperatur (AT) und Druck (BP)- Kanäle immer vor den Kanälen für den Durchfluss, da die Durchflussrate durch die Temperatur und den Druck der Umgebungsluft beeinflusst wird.

Die vom BX-596 gemessene Temperatur kann auch in Eiswasser kontrolliert werden. Der Test mit Eiswassert wird außer in sehr kalten Umgebungen nicht durchgeführt. Kalibrieren Sie den Sensor zunächst mit der Umgebungsluft. Führen Sie dann die folgenden Schritte aus:

1. Entfernen die die Feststellschraube am Boden der Halterung, so dass das Elektronikmodul frei drehbar ist. Drehen Sie das Modul gegen den Uhrzeigersinn, bis es sich aus dem Slot löst und aus der Strahlungsschutzblende löst.
2. Der Sensor wird mit einer 18“ (ca. 450 mm) langen Verlängerung geleifert. Die Verlängerung wird benutzt, um den Temperaturfühler in das Eiswasser einzutauchen. Ziehen Sie den schwarzen Temperaturfühler vorsichtig von der Spitze der Elektronik ab und installieren Sie die Verlängerung zwischen Fühler und Elektronik.
3. Tauchen Sie den Temperaturfühler in das Eiswasser zusammen mit Ihrem Referenzsensor ein. Vermeiden Sie das Eintauchen der Halterung des Temperaturfühlers hinter dem Stecker.
4. Warten Sie, bis die Temperatur ausgeglichen ist, vergleichen Sie dann die Temperatur im Menü TEST > FLOW mit Ihrem Referenz-Messgerät. Die Werte sollten mit einer Tole-

ranz von ± 1,5 °C für den BX-596-1 Sensor übereinstimmen. **Hinweis**: Die Toleranz des Standard BX-596 Sensors liegt bei ± 2,5 °C für Temperaturen unter -30 °C.
5. Entfernen Sie die Verlängerung und bauen Sie den Sensor wieder zusammen.

Während des Betriebes des BAM-1020 kann der Ausgang des BX-596 im Menü der Durchflussregelung oder im Menü OPERATE angezeigt werden, siehe Bedienungsanleitung BAM-1020.



Verlängerung für Eiswasser-Kalibrierung

Wartung:

Der BX-596 wurde unter den Aspekten einer geringen Wartung, eines einfachen Zugriffs und für raue Umgebungsbedingungen entwickelt. Abgesehen von der Kalibrierung sind nur wenige Wartungspunkte zu beachten.

- Entfernen Sie den Boden und stellen Sie sicher, dass die vier Löcher in der Abdeckplatte frei sind und nicht durch Schmutz oder Insekten verstopft sind. Diese Löcher erlauben einen Druckausgleich im Sensor zur Messung des Luftdrucks. Reinigen Sie das Elektronik-Gehäuse alle 12 Monate von innen, falls erforderlich.
- Reinigen Sie den Strahlungsschutzschirm mindestens einmal im Jahr. Verschmutzte Schirme reflektieren die Sonnenstrahlung schlechter als saubere.
- Die Elektronikplatine soll nicht vom Nutzer ausgetauscht oder gewartet werden.
- Der schwarze Temperaturfühler kann bei Beschädigung ausgetauscht werden. Die Baugruppe wird einfach auf das Elektronik-Modul gesteckt. Der Sensor muss kalibriert werden, wenn der Fühler ausgetauscht wurde.

Technische Unterstützung:

Wenn Sie Unterstützung benötigen, wenden Sie sich während der Bürozeiten Montag bis Freitag zwischen 7:00 und 16:00 Uhr an Ihre Servicevertretung. Zusätzlich finden Sie technische Informationen und Serviceanweisungen auf unserer Website. Bitte erfragen Sie ein RA-Nummer (Return Authorization), bevor Sie Geräte zum Werk einschicken. Das erlaubt uns die Verfolgung und Terminierung der Servicearbeiten und verbessert den Kundenservice.

Tel.: (541) 471-7111 Fax: (541) 471-7116
E-Mail: service@metone.com Web: www.metone.com
Mail: Technical Services Department
Met One Instruments, Inc.
1600 NW Washington Blvd.
Grants Pass, OR 97526